

Phyt.

534

n

ZUR

KRITIK UND GESCHICHTE

DER

UNTERSUCHUNGEN

UEBER

DAS ALGENGESCHLECHT

VON

**DR. N. PRINGSHEIM,**

DOCENT AN DER KÖNIGLICHEN UNIVERSITÄT IN BERLIN.

---

BERLIN, 1857.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

69. UNTER DEN LINDEN, ECKE DER SCHADOW-STR.



Phyt. 534<sup>2</sup> Ringsheim



ZUR  
KRITIK UND GESCHICHTE  
DER  
UNTERSUCHUNGEN  
UEBER  
DAS ALGENGESCHLECHT

VON  
**N. PRINGSHEIM.**

---

BERLIN, 1856.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

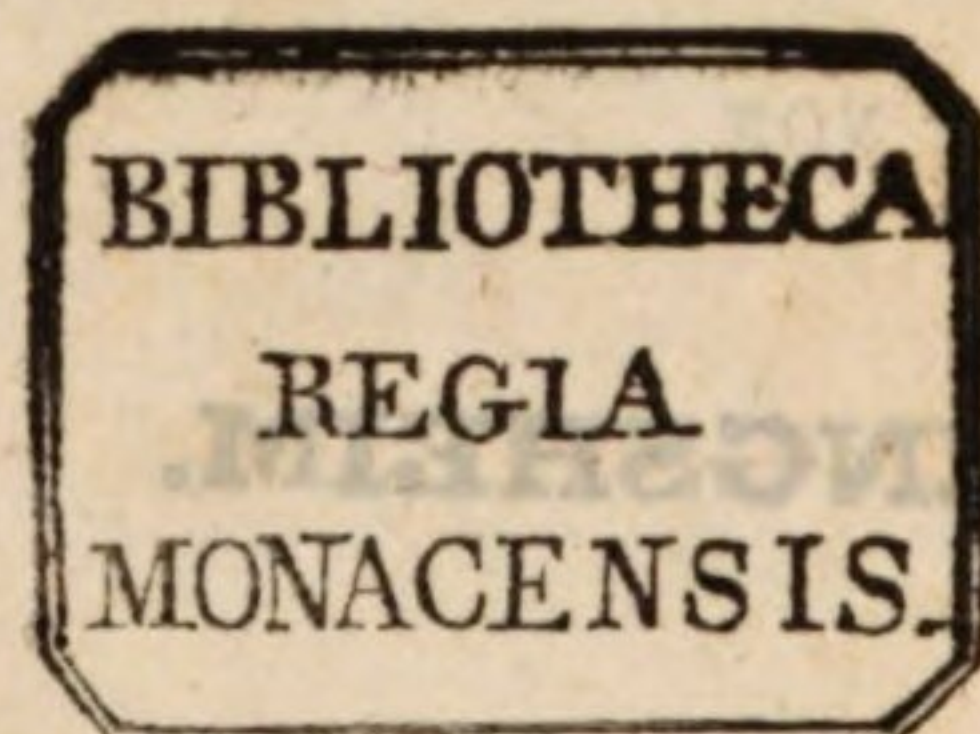
69. UNTER DEN LINDEN, ECKE DER SCHADOW-STR.



KRITIK UND GESCHICHTE

DER  
UNTERSUCHUNGEN

ÜBER  
DAS ALLGEMEINGESETZ



BERLIN, 1858.  
VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.  
IN DER FRIEDRICH-WILHELM-STRASSE.



# I n h a l t.

|                                                                                                                                                                                                                                                  | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Vorwort . . . . .                                                                                                                                                                                                                             | 1     |
| 2. Einleitende Bemerkungen über den wissenschaftlichen Werth früherer Behauptungen der Sexualität der niederen Gewächse und Hinweis auf die einzig genügende Beweisführung durch die directe Beobachtung des Foecundationsactes selbst . . . . . | 4     |
| 3. Réaumur's Angaben über Sexualität der Fucaceen                                                                                                                                                                                                | 10    |
| 4. Die Ansichten über die Sexualität der Florideen. Gegenwärtiger Standpunkt der Kenntniss ihrer Sexualorgane . . . . .                                                                                                                          | 11    |
| 5. Ueber die Deutung des Copulationsactes der Spirogyren in älterer und neuerer Zeit. Schilderung der sichtbaren Vorgänge bei der Copulation und Beurtheilung der Auffassung dieses Actes durch Areschoug                                        | 13    |
| 6. Kritik der Ansichten und Angaben über die Sexualität der Vaucherien.                                                                                                                                                                          |       |
| a) Die Ansicht von Vaucher und die ihr zu Grunde liegende Beobachtung . . . . .                                                                                                                                                                  | 20    |
| b) Widerlegung der Copulationshypothese von Naegeli . . . . .                                                                                                                                                                                    | 22    |
| c) Nachweis der Irrthümer in den Angaben Karstens über die Vorgänge bei der Befruchtung der Vaucheria . . . . .                                                                                                                                  | 25    |
| 7. Erwähnung der älteren Angaben über selbstbewegliche Molecule und Samenthiere in den Zellen der Algen                                                                                                                                          | 34    |
| 8. Ueber gewisse bewegliche Bläschen (Spermatosphären Itzigs.) und unbewegliche Bildungen mancherlei Art im Innern von Algenzellen, welche fälschlich als männliche Geschlechtsapparate ausgegeben worden sind . . . . .                         | 35    |



|                                                                                                                                                                                                                     | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 9. Ueber die Stachelkörper (Asteridien Shadb., Asterosphärien Itzigs.) welche Itzigsohn neuerdings für die männlichen Geschlechtsapparate der Spirogyren erklärt hat . . . . .                                      | 45    |
| 10. Die Beobachtungen von Decaisne und Thuret über die Antheridien und Samenkörper der Fucaceen . .                                                                                                                 | 51    |
| 11. Eigene Beobachtung der Antheridien und Samenkörper von Sphacellaria tribuloides . . . . .                                                                                                                       | 52    |
| 12. Experimente von Thuret an diöcischen Fuceen . .                                                                                                                                                                 | 53    |
| 13. Wiederholung dieser Experimente durch mich. Resultat der microscopischen Beobachtung des Herantretens der Samenkörper an die Befruchtungskugeln . . . .                                                         | 56    |
| 14. Entdeckung des Föcundationsactes bei Vaucheria . .                                                                                                                                                              | 58    |
| 15. Vergleichende Beobachtungen an andern Conferven. Allgemeinere Schlussfolgerung über den sexuellen Werth der ruhenden Sporen und die materielle Theilnahme des ganzen Samenkörpers am Befruchtungsacte . . . . . | 61    |
| 16. Bestätigung meiner Ansicht von dem geschlechtlichen Werthe der ruhenden Sporen durch Ferdinand Cohn an Sphaeroplea annulina . . . . .                                                                           | 67    |
| 17. Verschiedenheit der Auffassung des Befruchtungsactes durch Thuret, Cohn und mich . . . . .                                                                                                                      | 68    |
| 18. Vollständige Bestätigung meiner Mischungstheorie der Zeugung durch meine neuere Beobachtung des Befruchtungsactes an Oedogonium ciliatum . . . . .                                                              | 69    |
| 19. Allgemeine Schlüsse, die sich aus den Beobachtungen über die Befruchtung der Algen für die Zeugung der Gewächse im Allgemeinen ergeben . . . . .                                                                | 71    |



In meinem ersten Aufsätze über die Befruchtung der Algen (Monatsbericht d. Berl. Acad. März 1855) habe ich die Geschichte des Algengeschlechts und die früheren Ansichten über die Fruchtbildung der *Vaucheria* nur kurz erwähnt. Für einen monographisch gehaltenen Aufsatz schien es mir unpassend den geschichtlichen Theil zu sehr auszudehnen und überdies hatte ich die Absicht in einer besonderen Abhandlung über die *Vaucheria* jene früheren, höchstens noch ein geschichtliches Interesse bietenden Meinungen ausführlicher zu behandeln. Die Besprechung meines genannten Aufsatzes in der Berliner bot. Zeitung Stück 31 Jahrgang 1856 zwingt mich jedoch auf das Verhältniss dieses Aufsatzes zu den früheren Arbeiten schon jetzt zurückzukommen.

Indem der Referent aus Unkenntniss des Gegenstandes den Irrthum in der Karsten'schen Untersuchung über die *Vaucheria* nicht erkannt hat,



stellt er nämlich — zwar nicht geradezu — aber doch verständlich genug den von mir beobachteten Befruchtungsact so dar, als ob ich einen abnormen Fall, Karsten dagegen das normale Auftreten des Foecundationsprocesses beobachtet hätte.

Ferner bezeichnet er die falsche Naegeli'sche Hypothese einer Copulation des Hörnchens und der Sporenfrucht von Vaucheria als eine fast abschlussreife Beobachtung der Befruchtung. Doch scheint es der Referent mit Worten und Begriffen eben nicht genau zu nehmen, denn während er im Text die Hypothese Naegeli's als eine Weiterführung der Ansicht Vaucher's von der befruchtenden Function der Hörnchen darstellt, sagt er unmittelbar darauf in der Anmerkung, dass Naegeli an der sexuellen Function der Hörnchen gezweifelt habe.

In diese verworrene und unrichtige Darstellung der Geschichte des Gegenstandes, in welche Vorwürfe gegen mich, dass ich mancherlei vortreffliche Beobachtungen nur ungenügend erwähnt, über andere mit Unrecht ein absprechendes Urtheil geäußert habe, mit eingeflochten sind, mischen sich noch die eigenen unglücklichen Ansichten des Referenten über die befruchtenden Organe der Algen und hierdurch entsteht — ich will glauben absichtslos — aber gewiss aus Unkenntniss und Mangel an Kritik eine Entstellung der That-sachen, welcher ich nothwendig entgentreten muss, um den Vorwurf, dass ich verdienstvolle Bemühungen Anderer absichtslos unerwähnt gelassen habe, wie ich mit vollem Rechte kann, zurückzuweisen.



Da ich beabsichtige, den von mir bereits veröffentlichten Aufsätzen über Befruchtung der Algen noch andere folgen zu lassen und Nichts misslicher ist, als auf die Geschichte seines Gegenstandes immer wieder zurückkommen zu müssen, zumal wenn sie wenig Erfreuliches bietet, so glaubte ich am besten zu thun bei dieser Gelegenheit die vollständige Geschichte des Gegenstandes, soweit sie mir zugänglich war, zusammenzufassen, um mich in späteren Aufsätzen hierauf beziehen zu können.

Dies möge die Entstehung und den Umfang des vorliegenden Schriftchens erklären.



Es ist bekannt, dass dem langen literarischen Streite über das Pflanzengeschlecht überhaupt, der Streit über die Grenzen zur Seite ging, innerhalb welcher das Geschlecht im Pflanzenreiche Geltung habe, und dass hierüber seit Ende des XVII. Jahrhunderts die widersprechendsten, einander heftig bekämpfenden Meinungen aufgestellt wurden. Es ist aber traurig, eingestehen zu müssen, dass der innere Grund aller dieser Widersprüche nicht allein in der Schwierigkeit des Gegenstandes, sondern meist in der Sucht eine noch nicht abschlussreife Frage abzuschliessen und namentlich in dem Mangel strengwissenschaftlicher Anforderung an die Beweiskraft der Thatsachen lag, welche den in überstürzender Eile aufgestellten Ansichten zur Grundlage dienen sollten. Dies gilt — wie Jedermann weiss — für die Cryptogamen und insbesondere für die niederen Cryptogamen in noch höherem Grade, als für die Phanerogamen. Denn willkürliche Deutung gesehener, ihrem Werthe nach aber verkannter Theile war fast die einzige Stütze aller Behauptungen einer Geschlechtsdifferenz dieser niederen Gewächse. Zu welchen Irrthümern, zu welcher Un-



sicherheit des Urtheils diese einer wissenschaftlichen Beweisführung ermangelnde Willkür der Behauptungen führte, davon liefert die Geschichte der Sexualorgane der Cryptogamen eine nur zu grosse Anzahl von Beispielen.

Es ist vielleicht nicht überflüssig jene zum Theil längst vergessenen Irrthümer wieder ins Gedächtniss zurückzurufen um Diejenigen, welche, wie der Referent meines Aufsatzes in der bot. Zeitung, immer wieder in die alten falschen Methoden verfallen, zur Besonnenheit zurückzuführen. Sind doch mit demselben Rechte — dem Rechte der Willkür — mit welchem er selbst irgend welche zufällige und abnorme oder constante, aber ihrer Bedeutung nach nicht erkannte Bildungen, jetzt als Samenkörper der Algen erklärt, einst fast sämtliche bekannte Theile höherer und niederer Cryptogamen als Antheridien angesprochen worden. — So — um nur einige Beispiele anzuführen — für die Moose von Hill und Meese das *Peristom*, von Költreuter die *Calyptra*, für die Farrnkräuter von Gleichen die Spaltöffnungen, von Költreuter das *Indusium*, von Schmidel und schon früher von Hill und Stähelin der Kapselring, von Hedwig die Haare und Schuppen der jungen Wedel, von Bernhardi die Enden der Gefässbündel, für die Agaricineen von Gleditsch und Batsch, sowie von Bulliard die sg. Pollinarien und für die Fucaceen schon 1711 von Reaumur die Saftfäden und nach Harvey (*Manual of the British marine Algae* pg. XXV.) sollen sogar die Luftblasen der Fucaceen



von Einigen für Antheridien gehalten worden sein.<sup>1)</sup>

Eins der auffallendsten Beispiele wissenschaftlicher Verirrung in dieser Richtung liefert die mit so vielem Pomp sich ankündigende Schrift Költreuter's „das entdeckte Geheimniss der Cryptogamie“ Karlsruhe 1777, worin für die höheren Cryptogamen diejenigen Theile einzeln aufgeführt werden, welche die männliche Geschlechtsfunction ausüben sollen. Für die niederen Cryptogamen die Pilze, Flechten und Algen, bei welchen er nicht einmal irgend welche Bildungstheile namhaft machen kann, denen er die sexuelle Function zuschreiben könnte, kann er doch die Bemerkung nicht unterdrücken: „dass die Marksubstanz der Pflanzen die „Anlage zu den Samen macht und die darüber „ausgebreitete Rindensubstanz den befruchtenden, „männlichen Saft dazu hergiebt“ und er glaubt offenbar durch diese Bemerkung eine Vorstellung von der Weise, wie das Geschlecht bei diesen Gewächsen ausgesprochen ist, gegeben zu haben. Bei den höhern Cryptogamen, wo er bestimmte Theile, welche

---

1) Die genaueren Angaben der Stellen, wo diese und andere derartige Einfälle sich ausgesprochen finden, kann man in den vollständigen Lehrbüchern der Botanik, so wie in den besonderen der Cryptogamie oder einzelnen Theilen derselben gewidmeten Werken von Montagne, Corda, Körber, Payer nachlesen, und auch bei Hedwig (*theoria gener; historia musc;* in dem ersten Aufsätze der Sammlung seiner zerstreuten Abhandlungen, der von den wahren Geschlechtstheilen der Moose handelt) und in der oben citirten Schrift Költreuter's aufsuchen. —



die Antheridien sein sollen, nennt, hat er durchgängig das Falsche getroffen. Am Schlusse seines Werkes fasst er auf den Seiten 131—135 die Resultate zu denen er gelangt ist, in wenige Sätze zusammen, von denen ich den 4ten und 6sten als grelle Beispiele dafür, bis zu welcher Verirrung der Mangel an wissenschaftlicher Strenge führen kann, hier wörtlich anführen will. —

Es heisst der Satz 4 *pag.* 133:

„Das männliche Zeugungswerkzeug der Moose ist „das auf ihren Kapsel-Fructificationen sitzende Hütchen. Ist durch Versuche bewiesen.“

Der Satz 6 *pag.* 135 lautet:

„Das männliche Befruchtungswerkzeug der Farrnkräuter sind die Blumenhüllen<sup>1)</sup>. Ist durch Versuche bewiesen.“

Aehnlich lauten die Angaben über die männlichen Geschlechtsorgane der Jungermannieen, Marchantieen, Equisetaceen, Lycopodiaceen, bei welchen nur der Zusatz „Ist durch Versuche bewiesen“ fehlt, welcher in der schlagendsten Weise zeigt, wie eine falsche Methode und vorgefasste Meinungen den Blick und das Urtheil dieses, um das Geschlecht der Phanerogamen doch wohlverdienten Mannes, so sehr trüben konnten, um ihm seine willkürlichen Behauptungen als Beweise erscheinen zu lassen. —

Ist es wunderbar, dass so vagen und leicht zu widerlegenden Ansichten gegenüber, die Lehre vom Geschlechte der Cryptogamen ihre Anhänger ver-

---

1) Unter Blumenhüllen versteht er die Indusien.



lor und dass die Ueberzeugung von der Existenz geschlechtsloser Pflanzen neben den geschlechtlichen sich immer mehr verbreitete?

Zu diesem Mangel jeder Beweise für das Geschlecht der Cryptogamen kam noch hinzu, dass man scheinbar vollständige Entwicklungsschichten dieser niederen Gewächse besass, und bei mehreren den Kreis ihrer Entwicklung bis an seinen Ausgangspunkt verfolgt hatte, ohne auf Erscheinungen der Foecundation zu stossen, so dass offenbar diejenigen Botaniker, welche den Cryptogamen und zuletzt wenigstens den Algen und Pilzen das Geschlecht absprachen, mehr auf dem Boden der Erfahrung standen, als diejenigen, welche von noch unsichern Analogien geleitet oder in willkürlicher Deutung einzelner Theile befangen, die Sexualität dieser Organismen behaupteten. Jeder Unbefangene sieht offenbar, was bei diesem Zustande der Kenntniss noththat. An Stelle der regellosen Willkür und des Leichtsinnes bei der Aufstellung und Vertheidigung von Meinungen und Theorien musste endlich die strengste und gewissenhafteste Beweisführung treten.

Für die Stellung der Frage selbst war vor der Hand wenigstens Nichts mehr zu thun. Die Sexualität der Gewächse war eine seit mehr als anderthalb Jahrhunderte offene Streitfrage, und uns Jüngern, die wir die ungelöste Frage von unseren wissenschaftlichen Vorgängern überkamen, war bloss die Aufgabe gestellt sie zu lösen. Von Keinem der Lebenden ist die geistige Anregung zur Entschei-



dung dieser, für die Auffassung des Pflanzenlebens und für das Verständniss der Berührungspunkte pflanzlicher und thierischer Organisation, so wichtigen Frage ausgegangen. Ihre erste bestimmtere Fassung gehört dem Ende des XVII. Jahrhunderts an.

Aber ihre Entscheidung konnte in unserer Zeit nicht mehr von irgend welchen hypothetischen Deutungen in ihrer Wirksamkeit unbekannter Organe erwartet werden, den strengeren Anforderungen des wissenschaftlich vorgerückteren Zustandes der Botanik konnte nun der directe Beweis, wie ihn eine exacte Wissenschaft verlangt, genügen. Dieser Beweis konnte aber nach allen Erfahrungen in der Geschichte der Sexualtheorien nur in der unmittelbaren Beobachtung des Vorganges selbst liegen, und nur von der Beobachtung des Vorganges liess sich zugleich eine tiefere Einsicht in den Process und ein neuer Ausgangspunkt für weitergehende Aufgaben erwarten, denn selbst die von exacteren Köpfen verfolgte Methode, durch Isolirung der Geschlechter diöcischer und durch Castration hermaphroditer Gewächse die Frage zu entscheiden, hatte sich in den widersprechenden Resultaten solcher Versuche selbst bei Phanerogamen nicht völlig bewährt. —

Nur bei den Algen ist bisher der directe Beweis der Existenz des Geschlechtes geführt worden, und von den Vorgängen, die hier ermittelt sind, muss man daher vorläufig die Analogie hernehmen, um den Befruchtungsprocess bei den andern Ge-



wachsen und zum mindesten bei den Cryptogamen zu beurtheilen. Aber der letzten sichern Entscheidung der Sexualfrage gingen auch bei den Algen eine Menge vager Behauptungen voran, die theils völlig unbegründet waren, theils auf thatsächlich falsche Angaben sich stützten. Ihre richtige Würdigung verlangt eine genaue Bekanntschaft mit dem Gegenstande und dem Entwicklungsgange, welchen die Kenntniss der Algen genommen hat, und ich will aus der reichen Literatur der Morphologie der Algen hier nur diese auf das Geschlecht bezüglichen Angaben hervorheben und kritisch beleuchten. —

**W**ie schon früher erwähnt, hat Reaumur bereits 1711, also noch vor der Periode, in welche Linné's wissenschaftliche Thätigkeit fällt, die Sexualität der Fucaceen behauptet, und die Saftfäden derselben für die Antheridien erklärt. Diese willkürliche Annahme ist längst widerlegt, sie blieb wie jede derartige grundlose Behauptung ganz ohne Einfluss auf den Gang der Untersuchungen und verdient kaum eine historische Erwähnung.

**M**it mehr Glück wurden jene auffallenden und bei vielen Gattungen gar nicht zu übersehenden Bildungen, welche man jetzt die Antheridien der Florideen nennt, als männliche Organe bezeichnet. Wir finden diese Ansicht schon bei den ersten Beobachtern dieser Formen vertreten. Allein die späteren gründlicheren Algologen haben bei dem Mangel jeder sicheren Erfahrung doch nicht gewagt sich in bestimmter Weise hierüber zu erklären.



Mit besonderem Nachdruck hat erst im Jahre 1847 Naegeli, welcher zuerst den Bau der Florideen-Antheridien genauer untersuchte und auch der Erste gewesen ist, welcher auf die Samenzellen der Antheridien aufmerksam gemacht hat in seinem Werke „die neueren Algensysteme“ die Sexualität der Florideen ausgesprochen und die Antheridien als die männlichen, die Vierlingsfrüchte als die weiblichen Geschlechtsorgane bezeichnet. Gestützt auf den Charakter der Sexualität, den er für die Florideen annahm, glaubte er diese von den übrigen Algen trennen zu müssen. Er hat seine Ansicht auf Seite 193 seiner genannten Schrift folgendermaassen zusammengefasst: „Die Fortpflanzung unterscheidet somit die Florideen wesentlich von den Algen. Die Algen besitzen geschlechtslose Fortpflanzung und blos neutrale Organe oder Keimzellen. Die Florideen besitzen geschlechtliche Fortpflanzung und sexuelle Organe nämlich Sporenzellen und Samenzellen.“ Die positive Behauptung der Geschlechtsdifferenz bei den Florideen findet sich jedoch bei ihm durch keine einzige beweisende Thatsache, nicht einmal durch Isolirungsversuche, nur durch eine höchst zweifelhafte und seiner eigenen Darstellung nach unsichere Beobachtung eines Spiralfadens im Innern der Samenzellen, unterstützt und den Inhalt des ersten Theils seiner neuen Lehre, die Geschlechtslosigkeit der Algen betreffend, hat die spätere Entdeckung des Geschlechts bei den Conferven bereits widerlegt. — Freilich wird es wohl jetzt, nachdem das Geschlecht der Algen bei



Conferven und Fucaceen bewiesen ist, kaum noch Jemand einfallen die Geschlechtlichkeit der Florideen zu bezweifeln, und ebenso ist es durch die umfassenden Beobachtungen, die wir später über das verbreitete Vorkommen der Antheridien bei den Florideen namentlich den Bemühungen von Derbès und Solier und von Thuret<sup>1)</sup> verdanken, im höchsten Grade wahrscheinlich, dass sie die männlichen Geschlechtsorgane der Florideen vorstellen. Dagegen ist es aber zum mindesten noch fraglich, ob die aus den Antheridien entleerten Zellen schon die Samenkörper der Florideen sind, und ganz und gar ungewiss ist es noch, welche von den beiden Fruchtkorganen der Florideen, die Kapselfrüchte oder die Vierlingsfrüchte, als weibliche Geschlechtsorgane betrachtet werden dürfen<sup>2)</sup>, und

---

1) Man lese hierüber die gründlichen Abhandlungen von Thuret in *Ann. d. sc. nat. Botanique IIIe série tome XVI* und *IVe série tome II*, worin zugleich der früheren Beobachtungen der Florideen-Antheridien Erwähnung geschieht. —

2) Es ist hier nicht der Ort über meine eigenen mehrjährigen Untersuchungen, welche die Erforschung der physiologischen Bestimmung der Florideen-Fructificationen zum Zweck hatten, etwas Näheres mitzutheilen. Ich will nur erwähnen, dass meine bisherigen Resultate den Vermuthungen Naegele's über die sexuelle Function der Vierlingsfrüchte nicht günstig sind, und ergreife zugleich die Gelegenheit, um die von mir herrührende, falsche Vermuthung, dass die Befruchtung der Florideen vielleicht auf einem Vorkeim-artigen Gebilde stattfinden möchte, die zur Zeit, als ich sie aufstellte, ebenso berechtigt oder unberechtigt war, wie jede andere, zurückzunehmen. Obgleich die Beobachtungen, die mich zu dieser Annahme verleitet haben, vollkommen richtig sind, so haben



so ist in der That noch bis zur Stunde die Function der Antheridien und der Früchte der Florideen trotz der Behauptungen Naegeli's und obgleich seitdem die Kenntniss der Antheridien noch ungemein bereichert worden ist, ihren wesentlichen Erscheinungen nach unbekannt.

Unter den Conferven — im weiteren Umfange des Worts — hatte schon in früherer Zeit die Erscheinung der Copulation bei den Spirogyren den Gedanken an Sexualität erweckt. Wenigstens scheint von jeher die Neigung bei den Beobachtern vorherrschend gewesen zu sein, die Copulation der Spirogyren als einen Foecundationsact aufzufassen, denn es wird fast überall darauf hingewiesen. Dennoch findet sich diese Ansicht nirgends von haltbaren Gründen gestützt ausgesprochen, sondern die meisten und darunter die genaueren Beobachter des Vorganges bekämpfen sie von dem Standpunkte der bis zum Jahre 1855 unter allen gründlichen Algalogen und Morphologen verbreiteten Ueberzeugung von der Geschlechtslosigkeit der Algen ausgehend, mit Entschiedenheit.

O. F. Müller, der die Copulation zuerst beobachtet hat, spricht keine bestimmte Meinung darüber aus, ob eine Analogie zwischen Copulation und geschlechtlicher Zeugung vorhanden sei oder nicht;

---

mir doch neuerdings längere Keimungsversuche die Gewissheit verschafft, dass sowohl Kapsel- als Vierlingssporen unter normalen Verhältnissen ohne jede Zwischenbildung unmittelbar zu jungen Pflanzen erwachsen.



aber schon Vaucher <sup>1)</sup> bekämpft die Ansicht, dass die Copulation eine Befruchtung ist.

Unter denen, die sich noch mit Bestimmtheit gegen die Identität von Copulation und Befruchtung aussprechen, will ich hier nur Hassal <sup>2)</sup>, Kützing <sup>3)</sup>, Naegeli <sup>4)</sup>, A. Braun <sup>5)</sup>, Schleiden <sup>6)</sup> und Mohl <sup>7)</sup> anführen.

Selbst Meyen, der überall, wo es nur bei dem Stande der Kenntnisse seiner Zeit möglich war, als Vertheidiger des Geschlechts der Phanerogamen und Cryptogamen auftrat, spricht S. 416 Bd. III. seines Systems der Physiologie seine Zweifel an den sexuellen Werth der Copulation in folgenden Sätzen aus: „Wollte man aber dennoch <sup>8)</sup>, auch bei „der Conjugation der Conferven wirkliche Geschlechtsverschiedenheit herauserkennen, so könnte „dieselbe hier nur zwischen den mit einander verbundenen Gliedern angenommen werden, wobei „das eine die männliche Function, das andere dagegen die Empfängniss verrichtet. Doch diese Annahmen können nicht erwiesen und auch nicht

---

1) *Histoire des conferves d'eau douce* pag. 51—52.

2) *History of the british freshwater Algae* pag. 130—132.

3) *Phycologia generalis* S. 277.

4) *Die neueren Algensysteme* S. 153.

5) *Verjüngung* S. 301.

6) *Grundzüge der Botanik*. 2te Aufl. Bd. II. S. 33.

7) *Die vegetabilische Zelle* in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd. IV. S. 269.

8) d. h. gegenüber den im Vorhergehenden besprochenen Thatsachen, welche gegen die sexuelle Bedeutung der Copulation sprechen.



„widerlegt werden; in der Structur der sich ver-  
 „einigenden Glieder zeigt sich nichts, welches  
 „auf eine solche Verschiedenheit zu schliessen be-  
 „rechtigte!

Dieser Satz hat auch heute noch seine voll-  
 kommene Gültigkeit.

Die in die ganz neueste Zeit fallende Beobach-  
 tung Areschoug's — die ich übrigens nur aus dem  
 Referate in der bot. Zeit. 1855 *pag.* 564 und Flora  
 1855 *pag.* 675—80 kenne — soll freilich eine neue  
 Stütze für die Identität von Copulation und Be-  
 fruchtung liefern. Nach Areschoug's Angaben  
 soll der Inhalt jeder der beiden Zellen schon vor der  
 eigentlichen Mischung sich zu einer Zelle gestalten,  
 und dann soll die eine neue Zelle durch den Verbin-  
 dungscanal in die andere neugebildete an einer schon  
 vorher an dieser unterscheidbaren Stelle eindringen.

Das thatsächlich Neue in Areschoug's Un-  
 tersuchungen liegt, wie man sieht, nur in der  
 Behauptung, dass an der einen Copulationsmasse  
 schon vorher eine bestimmte Stelle unterscheidbar  
 ist, wo die Vereinigung beider stattfinden wird.  
 Dass die Copulationsmassen vor ihrer Vereinigung in  
 jeder der beiden copulirten Zellen sich zu einem bald  
 eiförmigen, bald kugeligen Körper gestalten — was  
 Areschoug veranlasst sie Zellen zu nennen — ist  
 schon früher gesehen worden, aber seine Behauptung,  
 dass die eine der neugebildeten Zellen sich mit der  
 andern nicht bloss, wie man dies bisher annahm, ver-  
 mischt, sondern in dieselbe eindringt, ist wie eine  
 Prüfung der Erscheinungen und seiner Angaben zeigt



eine weit über die Beobachtung hinausgehende willkürliche Deutung.

Ich habe von jeher den Copulationserscheinungen der Spirogyren meine Aufmerksamkeit zugewendet, meine bisherigen Beobachtungen widersprechen aber der Auffassung Areschoug's. So viel ich gesehen habe, zieht sich nämlich der Inhalt vor der eigentlichen Mischung in jeder der beiden copulirten Zellen in ähnlicher Weise von der Wand ab, als ob Reagentien auf dieselben eingewirkt hätten und hierbei nimmt er eine äusserlich durch die consistentere Hautschicht begrenzte, mehr oder weniger eiförmige Gestalt an. Die beiden so entstandenen nackten Massen vermischen sich nun in der bekannten Weise mit einander. In der Terminologie der früheren Ansichten vom Zellenbau würde also der Vorgang so ausgedrückt werden müssen. Es zieht sich in jeder der beiden copulirten Zellen der Primordialschlauch von der Wand ab und die beiden nun entstandenen Primordialschlauchzellen verbinden sich miteinander, indem entweder beide sich gegeneinander bewegen, oder die eine sich zu der andern hinbiegt. Ich habe hierbei niemals eine constante Verschiedenheit der beiden copulirten Zellen oder der beiden in den copulirten Zellen entstehenden Copulationsmassen wahrnehmen und ebenso wenig jene vorher bestimmte Stelle bemerken können, welche nach Areschoug an der einen Copulationsmasse den Ort bezeichnen soll, wo die andere eindringen wird.

Dass die in beiden copulirten Zellen entstehen-



den Copulationsmassen — die er Zellen nennt — schon vor der Vermischung eine bestimmter umschriebene Gestalt annehmen, hierauf stützt sich zunächst Areschoug's Auffassung des Vorganges, denn auf die nur einmalige Beobachtung des Zusammentretens beider Massen an einer vorher bestimmten Stelle der einen kann kaum irgend ein Gewicht gelegt werden. Nothwendig muss ja, auch wenn der Vorgang ein rein mechanischer ist, das Zusammenfliessen — wenn es nicht, wie dies wirklich öfters der Fall ist, durch vorzeitige Entstehung von Zellmembranen am Umfange der einzelnen Copulationsmassen ganz unterbleibt — an der der Verbindungsröhre zugekehrten Stelle der unbewegten Copulationsmasse stattfinden, und gerade diese Stelle bezeichnet Areschoug eben als jene für die Mischung vorbestimmte; es scheint mir daher das Zusammentreffen der Copulationsmassen an dieser Stelle ganz und gar unentscheidend. Mir scheint die folgende Auffassung die richtigere. Beide Massen vermischen sich normal zu einer Zeit, in welcher ihre Hautschicht noch keine feste Cohärenz gewonnen hat. Entsteht die feste Zellmembran aus der Hautschicht beider Massen schon vor der Vermischung, so unterbleibt dieselbe und hieraus erkläre ich mir die Fälle, in welchen in jeder der beiden copulirten Zellen je eine oder in der einen der copulirten Zellen 2 Sporen gefunden werden. Ebenso finden die verschiedensten abnormen Sporengestalten, die so oft bei Spirogyren gefunden werden, in der Erstarrung der Hautschicht beider Copulationsmassen während



ihres Zusammenfließens noch vor beendeter Vermischung ihre völlige Erklärung.

Was aber den Werth jener begrenzten Copulationsmassen, die Areschoug als Zellen bezeichnet, betrifft, so will ich an diesem Orte nicht auf den Streit eingehen, ob diese nur von der Hautschicht begrenzten Massen als Zellen bezeichnet werden dürfen oder nicht, sondern begnüge mich zu zeigen, dass die begrenzte Gestalt der Copulationsmassen für die Copulation ganz und gar unwesentlich ist. — Der Vorgang der Copulation wie ich ihn eben geschildert habe, findet nämlich genau in der angegebenen Weise nur bei einer Reihe der sich copulirenden Spirogyren statt. Bei einer andern Reihe, namentlich innerhalb der Gattung *Mesocarpus*, unterbleibt aber jene Annahme einer bestimmten Gestalt, auf welche Areschoug so viel Gewicht legt, ganz. Bei mehreren von mir untersuchten Species von *Mesocarpus* verhält sich nämlich die Hautschicht der copulirten Zellen — welche hier gleichbedeutend mit dem sog. Primordialschlauche ist — bei der Copulation völlig indifferent; die Chlorophyllbänder treten ohne Veränderung ihrer Gestalt, sich nur ein wenig umbiegend, in die Verbindungsröhre, wo die Copulation stattfindet, hinein und noch nach der Copulation und nach der Bildung des Copulationskörpers, enthalten die ihrer Chlorophyllbänder beraubten, copulirten Zellen noch jede ihre frühere Hautschicht — den sog. Primordialschlauch — ganz unversehrt, welcher also hier gar keinen Antheil an dem Vorgange der Copula-



tion genommen hat. — Es nehmen daher bei *Mesocarpus* die Copulationsmassen vor der Copulation gar nicht jene bestimmte Gestalt an, welche bei den Species der Gattung *Spirogyra* die Veranlassung zu *Areschoug's* Auffassung gab und dieser Umstand zeigt wohl zur Genüge, dass jene Gestaltsannahme für die Copulation von gar keiner Bedeutung ist. —

Es wäre offenbar auch ohne die Annahme der Existenz zweier aus dem Inhalte der Copulationszellen entstehenden und die eigentliche Befruchtung vermittelnden Zellen leicht die Copulation der *Spirogyren* als einen besonderen Fall der von mir aufgestellten und nachgewiesenen Vermischungstheorie der Zeugung aufzufassen. Allein diese Annahme, kann, wie schon *Meyen* über denselben Gegenstand sich ausdrückte, vorläufig weder bewiesen, noch widerlegt werden, und man möge nicht vergessen, dass mit der blossen Behauptung oder dadurch, dass man den Begriff der Zeugung etwas weiter fasst, objectiv nichts gewonnen ist, und dass in den bisher bekannt gewordenen Erscheinungen der Copulation durchaus keine zwingenden Gründe vorhanden sind, um sie neben der in allen übrigen genau erforschten Fällen der Zeugung durch Samenkörper und Befruchtungskugel vollzogenen Vermischung beider Geschlechtsproducte als eine zweite Norm der zeugenden Vermischung, zu bezeichnen. <sup>1)</sup>

---

1) Diejenigen, welche an die Wunder des Primordialschlauches glauben, könnten vielleicht auf den Gedanken kommen, die ganze hier durch die Verbindungsröhre in die zweite



**W**ährend Vaucher, wie ich oben erwähnte, gegen die Annahme, dass die Copulation eine Befruchtung sei, sich sträubte, glaubte er dagegen in einem andern Falle bei seiner Gattung Ectosperma, welche jetzt seinen eigenen Namen trägt, eine wirkliche Befruchtung annehmen zu dürfen.

Ich habe Vaucher als den ersten, der von einem Geschlechte bei Vaucheria spricht, in meinem Aufsatze über die Befruchtung der Algen ausdrücklich angeführt, obgleich er sich eine ganz falsche Vorstellung von dem Sexualitätsvorgange gemacht hat, auch nur auf eine missverstandene und mit der Befruchtung nicht zusammenhängende Beobachtung sich stützte und es selbst anerkannte und ausspricht, dass seine Vermuthung nur eine willkürliche Voraussetzung sei. —

Die erste Veranlassung ein Geschlecht bei Vaucheria zu vermuthen, gab ihm nämlich die Beobachtung der Entleerung einer dicht mit Inhalt gefüllten und angeschwollenen Spitze eines Fadens.<sup>1)</sup>

---

Copulationszelle tretende Copulationsmasse als einen einzigen grossen Samenkörper anzusehen, dessen Bewegung durch besondere auf dem Primordialschlauche irgendwo festsitzende und bisher übersehene Cilien vermittelt würde und sie würden hierin vielleicht eine neue Stütze für die Existenz des Primordialschlauches zu finden glauben. Aber die Species, bei welchen beide Copulationsmassen sich gegeneinander bewegen, sowie die im Text angegebenen Erscheinungen bei der Copulation von Mesocarpus sind wol genügende Beweise, dass der Zelleninhalt diese Wunder auch ohne Primordialschlauch verrichten kann.

1) *Histoire d. conf. d'eau douce* pag. 14—16.



Nach seiner Beschreibung muss man annehmen, dass er das Austreten einer Schwärmspore gesehen hat, ohne den Vorgang zu begreifen. Er fasste die Entbindung der Schwärmspore als Entleerung eines männlichen Organs auf, hielt die heraustretende Schwärmspore für den entleerten männlichen Samen und erklärte in Folge davon die Spitze der Aeste von *Vaucheria* für die Antheren der Pflanze. Später fielen ihm bei der Untersuchung anderer Species von *Vaucheria* jene gekrümmten, kurzen Aeste neben den Sporen auf, welche von ihm den Namen Hörnchen erhielten und er vermuthete nun, dass jene Entleerung des männlichen Samens, welche er am angeschwollenen Faden-Ende beobachtet zu haben glaubte, auch durch diese gekrümmten Hörnchen stattfinden möchte. Für den männlichen Samen hielt er den ganzen grünen Inhalt des Fadens, und glaubte, dass dieser durch die Fadenspitzen oder die Hörnchen, welche er als von den Fäden nicht abgegliedert betrachtete, austreten könne. — Seine Ansicht in unsere gegenwärtige Terminologie übertragen, war daher kurz die, dass die Chlorophyllkörner der Fäden die befruchtenden, männlichen Theile, der männliche Samen, seien und dass diese je nach der Species entweder durch die angeschwollenen Spitzen der Fäden, die, wie wir jetzt wissen, die Geburtsstätte von Schwärmsporen sind, oder durch die Hörnchen entleert würden. Ueber die Art der Einwirkung des Samens und seines Zusammentritts mit der Spore hat Vaucher weder eine Vorstellung sich gemacht noch geäußert; aber



aus einer anderen Stelle seines Werkes (*pag.* 53) geht hervor, dass er der Theorie der praeexistirenden Keime oder der sogenannten Einschachtelungstheorie der Zeugung huldigte. —

Eine Entschuldigung dafür, dass dieser verdienstvolle Algologe in diesem Punkte thatsächlich so fehlgreifen konnte, liegt freilich in dem unentwickelten Zustande der Untersuchungsmittel seiner Zeit. Aber mit Recht haben die späteren Botaniker von seiner vagen Behauptung des Geschlechts bei *Vaucheria* keine weitere Notiz genommen. Sie wurde schon von Trentepohl, einem Zeitgenossen, Vaucher's als grundlos bezeichnet und dieser, sowie später Link und Meyen<sup>1)</sup> gaben eine andere, freilich ganz von der Wahrheit abweichende Deutung der Hörnchen, die sie als unvollkommene Aeste betrachteten.

Ganz in den Hintergrund wurde endlich die nirgends mehr beachtete Aeusserung Vaucher's durch die Deutung gestellt, welche Naegeli<sup>2)</sup> dem Vorgange der Sporenbildung bei *Vaucheria* gab.

Naegeli nimmt an, dass die Hörnchen sich mit der Sporenmutterzelle in ähnlicher Weise wie zwei Zellen der Spirogyren copuliren, dass ein Theil des Hörncheninhaltes sich in die Sporenmutterzelle ergiesse und dass nach erfolgter Sporenbildung das Hörnchen sich wieder von der Sporenmutterzelle abreisse. Die Copulation hält er hier, wie bei Spi-

---

1) Neues System der Pflanzenphysiologie Bd. III. S. 412 und *Nova Acta C. L. C. T. XIV. pag.* 453 u. f.

2) Die neueren Algensysteme S. 176.



rogyra nicht für einen sexuellen Act, was er sowohl bei den Spirogyren (a. a. O. S. 153) direct ausspricht, als es auch aus seiner früher citirten Unterscheidung zwischen Algen und Florideen hervorgeht. — Seine Ansicht, sowie die Thatsachen, auf welche er sie stützt, gebe ich in Folgendem mit seinen eigenen Worten wieder: „Die Hakenästchen „sind anfangs ganz grün. Später entfärbt sich ihr „Endtheil, indem er seinen Inhalt verliert, welcher „in die Keimästchen übergeht. Obgleich ich dieses Uebertreten selbst nicht gesehen habe, so ist „es doch der übrigen Erscheinungen wegen unzweifelhaft. Denn einmal sieht man zuerst die beiden „Aestchen in Berührung; ferner sieht man, dass das „dünnere Aestchen den Inhalt seiner oberen Hälfte „verloren hat, endlich sieht man später, wenn sich „die beiden Aestchen wieder von einander getrennt „haben, dass beide an der Spitze eine Oeffnung besitzen, und dass die Oeffnungen auf einander passen. „Das Hakenästchen legt sich aber nicht bloss an „das Keimästchen an, wie bisher geglaubt wurde, „sondern die Scheidewand zwischen beiden wird „resorbirt, wie bei Zygnema, Spirogyra, Mougeotia „und der Inhalt des einen tritt in das Lumen des „andern hinüber. Hätten sich die beiden Aestchen „bloss aneinander gelegt, so müsste nach der Trennung an dem einen oder dem andern oder an beiden eine verschliessende Wand sichtbar sein.“

Von den angeführten Thatsachen hat die eine, dass der Endtheil des Hörnchens später seinen Inhalt verliert, sowie das spätere Vorhandensein von



Oeffnungen an Hörnchen und Sporenmutterzelle ihre Richtigkeit; dagegen sind die anderen Erscheinungen, nämlich die Berührung von Sporenmutterzelle und Hörnchen vor der Copulation und die gleiche Grösse der Oeffnungen nach erfolgter Copulation weder constant, noch, wenn sie eintreten, von irgend einer Bedeutung für den Vorgang, der hier stattfindet, und treten nur hier und da zufällig ein. Uebrigens hat Naegeli selbst die Unhaltbarkeit seiner Ansicht für diejenigen Fälle erkannt, bei welchen das Hörnchen nicht unmittelbar neben der Sporenzelle oder bloss ein Hörnchen neben mehreren Sporenzellen steht und betrachtet deshalb die von ihm supponirte Copulation bei *Vaucheria* nur als einen unwesentlichen Vorgang, indem er annimmt, dass die Bildung der Spore in der Sporenmutterzelle auch ohne Copulation erfolgen könne. Es widerlegt sich übrigens die Annahme Naegeli's auch ohne Kenntniss des wahren Vorganges durch die Betrachtung einer grössern Reihe von Fällen, durch die anatomischen Verhältnisse zwischen Hörnchen und Sporenmutterzelle, welche, auch wenn beide geöffnet sind, in Stellungen gefunden werden, die eine vorherige Copulation ausschliessen und endlich in Berücksichtigung der Species mit mehreren Sporenmutterzellen neben einem Hörnchen. Denn da auch in dem letztern Falle die Oeffnungen stets an Hörnchen und Sporenmutterzelle vorhanden sind, aber Entfernung und ungleiche Anzahl die Copulation unmöglich macht, so durfte eigentlich das Vorhandensein der Oeffnungen — die einzige Thatsache,



von welcher Naegeli ausgeht — bei ruhiger Ueberlegung den Gedanken an eine Copulation bei *Vaucheria* gar nicht aufkommen lassen. —

Nach dieser Darstellung wird man sich eine Vorstellung von der Urtheilsfähigkeit des Referenten meines Aufsatzes in der bot. Zeit. machen können, welcher einige der so eben mit Naegeli's eigenen Worten gegebene Daten über seine Copulationsansicht mit den Worten anführt, dass Naegeli „das, „was Vaucher nur vermuthungsweise ausgesprochen, fast abschlussreif beobachtet habe.“ —

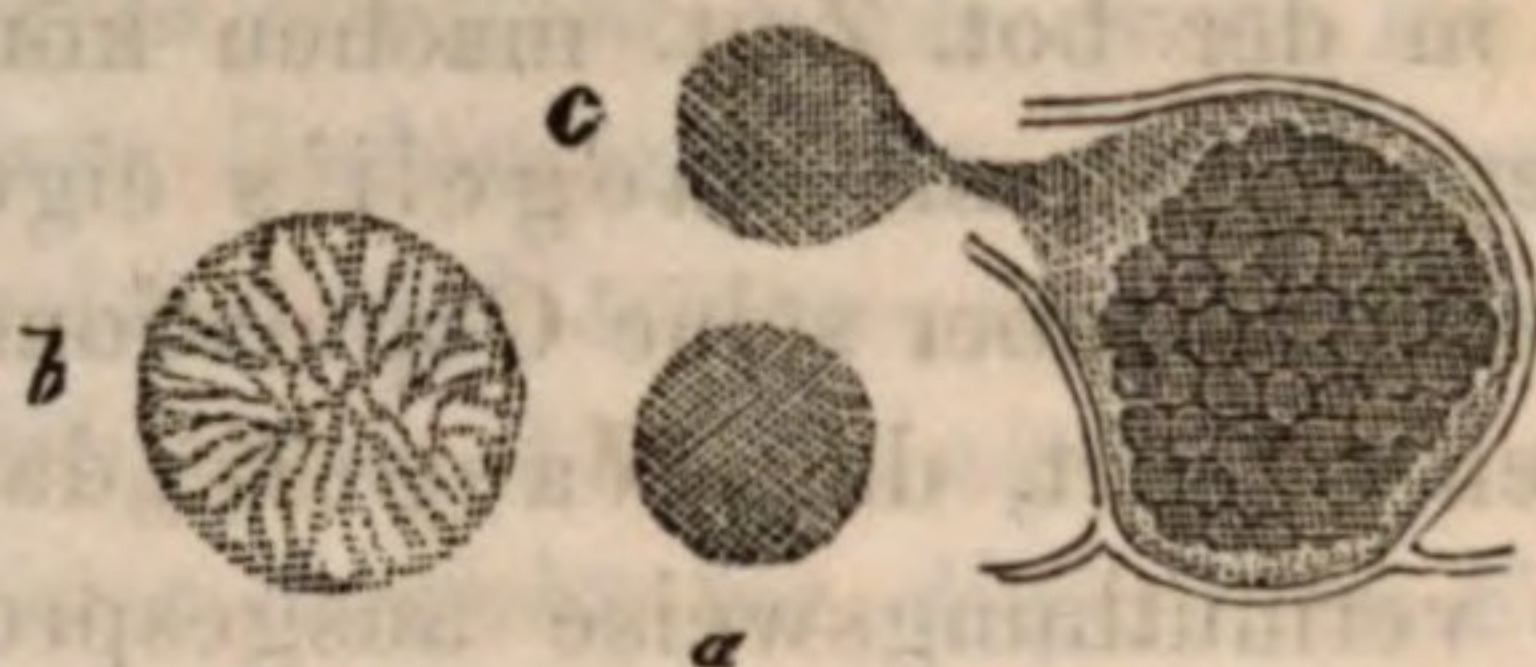
Einige Jahre nach Naegeli hat Karsten die Vorgänge bei der Sporenbildung von *Vaucheria* zum Gegenstande seiner Beobachtungen gemacht. Um den Grund der Irrthümer in der Karsten'schen Darstellung dieses Vorganges (bot. Ztg. 1852 S. 108—113) sich klar zu machen, muss man sich die Erscheinungen vergegenwärtigen, welche, wie ich dies 1855 nachgewiesen habe, bei der Befruchtung von *Vaucheria* stattfinden.

Ich habe gezeigt, dass die Hörnchen und die Sporenmutterzelle sich öffnen und dass aus dem Hörnchen eine grosse Anzahl sehr kleiner stabförmiger, mit Cilien versehener Samenkörperchen hervortreten, dass diese in die gleichzeitig geöffnete Sporenmutterzelle eintreten und den Inhalt befruchten, indem einer — hier vielleicht auch mehrere — dieser stabförmigen Samenkörper mit dem Inhalt der Sporenmutterzelle sich mischen. Von diesem Vorgange der Befruchtung hat Karsten weder etwas gesehen, noch geahnt. — Aber ich habe zugleich bemerkt und darauf aufmerksam ge-



macht, dass bei dem Oeffnen der Sporenmutterzelle ein Theil ihres hinter der Oeffnung liegenden Inhaltes durch die Oeffnung heraustrete und sich von dem übrigen in dem Innern der Sporenmutter-

Fig. 1.



zelle zurückbleiben-  
den Inhalte in Form  
eines (Fig. 1) oder  
mehrerer Bläschen  
oder Tropfen los-  
reisse. Dieser vom

Inhalte der Sporenmutterzelle losgerissene Tropfen (a. Fig. 1.) vergrössert sich durch Wasseraufnahme noch bedeutend (b. Fig. 1.) und geht später ohne jede weitere Entwicklung zu Grunde.

Fig. 2 u. 3.



Meist enthält dieser Tropfen nur einen farblosen Inhalt, hin und wieder aber namentlich in den Fällen, welche ausnahmsweise eintreten, in welchen er sich nicht völlig von dem Sporenhalt losreisst, sondern mit einer breitem oder engern Verbindungsstelle mit ihm in Verbindung bleibt (Fig. 2. u. 3.), tritt auch von dem grünen, später sich bräunenden Inhalte der Sporenmutterzelle etwas

Fig. 1. Sporenmutterzelle der *Vaucheria* im Augenblicke des Aufbrechens und Losreissens des Hautsicht-Tropfens c von dem im Innern zurückbleibenden Inhalte; a) die Blase oder der Tropfen kurz nach seiner völligen Trennung; b) dieselbe durch Wasseraufnahme vergrössert. Nach der Natur. Vergr.  $2\frac{1}{2}^{\circ}$

Fig. 2 u. 3 stellt verschiedene Zustände aufgebrochener



in ihn über. Ob der Tropfen (wie in Fig. 1.) abreisst, oder nicht (wie in Fig. 2. u. 3.) ist ganz und gar unwesentlich. Gewöhnlich reisst er ab und jeder genaue Beobachter wird sich leicht überzeugen, dass er einen Theil des in der Sporenmutterzelle vor dem Aufbrechen vorhandenen Inhaltes gebildet hat und durch die vollständige oder unvollständige Ablösung von diesem entstanden ist.

Ich kehre nun zu der Darstellung des Vorganges bei Karsten zurück. Er behauptet, dass aus dem Hörnchen von *Vaucheria* eine grosse Blase heraustrete und in die Sporenmutterzelle eindringe und dass dieser Vorgang in dreierlei Weise statfinde.

Wer die Angaben Karstens mit meiner Darstellung des Vorganges prüfend vergleicht und den Gegenstand durch eigene Anschauung kennt oder durch ähnliche Untersuchungen sich ein gesundes Urtheil erworben hat, für den wird es, wie ich überzeugt bin, kaum nöthig sein noch etwas hinzuzufügen, um ihn über den Irrthum und die falschen Deutungen Karsten's aufzuklären. Für solche Kritiker, wie Itzigsohn, muss ich freilich die Sache noch breiter treten.

Die verschiedenen Befruchtungsweisen, die bei *Vaucheria* eintreten können, sind nach Karsten folgende.

Es soll erstens die Spitze der Sporenmutterzelle sich seitlich an das Hörnchen anlegen, darauf soll die Membran des Hörnchens an dieser seitlichen Stelle

Sporenmutterzellen von *Vaucheria* mit unterbliebener Abschnürung des Schleimtropfens dar. Nach der Natur. Vergr.  $2\frac{5}{1}$ <sup>0</sup>



Fig. 4.



durchbrochen werden und die Karsten'schen Zelle soll durch diese Oeffnung aus dem Hörnchen in die Sporenmutterzelle übertreten. Dieser Vorgang soll zugleich die Regel sein. — (Man vergl. S. 111 a. a. O. bei Karsten und die nebenstehende Fig. 4, welche getreu nach der Karsten'schen Abbildung, die diesen Vorgang nach der Natur darstellen soll, copirt ist.)

Ueber diese Schilderung des Vorgangs bei Karsten kann ich meine Meinung nur dahin abgeben, dass die Erklärung, welche Karsten zu dieser Zeichnung giebt, auf einer falschen Deutung dessen, was er gesehen hat, beruht. —

Es existirt seitlich am Hörnchen niemals eine Oeffnung. In dem Falle, welchen die Karsten'sche Zeichnung darstellt, berührte, wie dies häufig geschieht, häufig aber auch nicht geschieht, das Hörnchen zufällig die Sporenmutterzelle, aber das Hörnchen war hier sogar völlig, auch noch unten geschlossen, und es war überhaupt noch Nichts aus dem Hörnchen herausgetreten, wie die Zeichnung Karstens, in welcher das Hörnchen noch mit Inhalt gefüllt erscheint, es in der That richtiger als seine Deutung darstellt. — Jene Zelle, welche Karsten im vorderen Theile der Sporenmutterzelle zeichnet und als die eingetretene Zelle des Hörnchens auffasst, ist nichts Anderes, als die dort be-



findliche farblose Schleimmasse, welche sich, wie ich gezeigt habe, hier noch vor dem Oeffnen der Sporenmutterzelle ansammelt. Die scharfe Begränzung gegen den grünen Inhalt, welche die vordere farblose Masse in dieser Zeichnung Karsten's (sowie auch in Fig. 23 b seiner Tafel) zeigt, ist nicht vorhanden und kann nur, wenn hier nicht irgend ein zufälliger, abnormer Fall eingetreten ist, in einem unter dem Einflusse seiner falschen Hypothese begangenen Beobachtungsfehler Karstens ihre Erklärung finden. Uebrigens gelten gegen diese Annahme eines seitlichen Ueberganges der befruchtenden Masse aus dem Hörnchen in die Sporenmutterzelle noch alle die Gründe, welche ich oben gegen die Naegeli'sche Hypothese der Copulation an der Spitze des Hörnchens angeführt habe.

Neben diesem die Regel bildenden Vorgange soll nach Karsten der Act der Befruchtung noch in einer zweiten Weise ausgeführt werden. Es soll nämlich das aus dem Hörnchen hervortretende Bläschen die Sporenmutterzelle berühren und hier äusserlich mit ihr verwachsen, wie es die Figuren 5. u. 6. darstellen sollen, welche genau die Figuren 26 a., b. der Karsten'schen Tafel wiedergeben. Dieser Fall soll neben dem vorhin

Fig. 5.

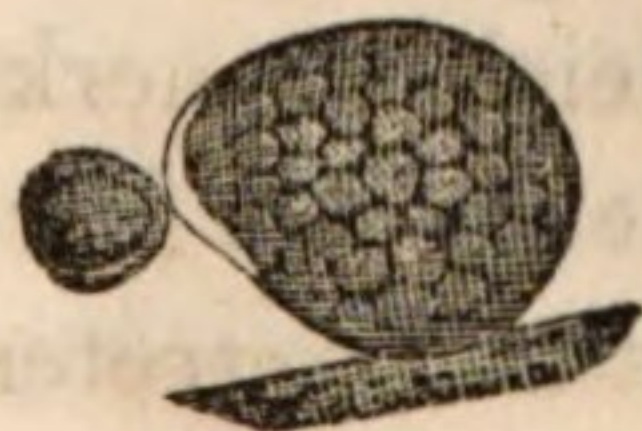
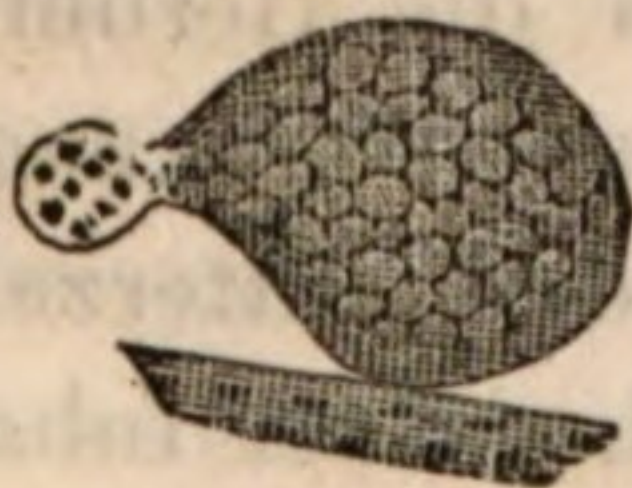


Fig. 6.

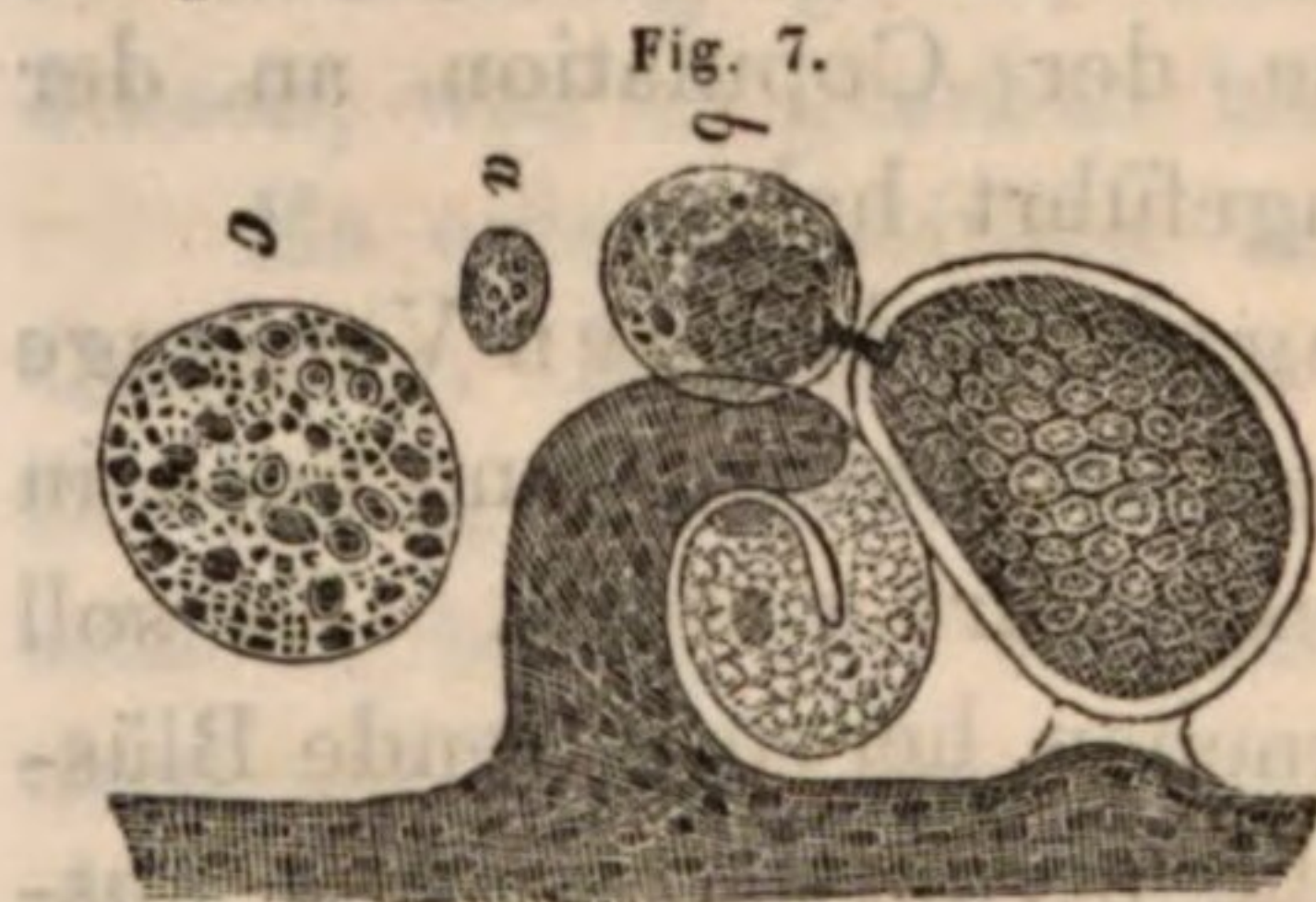


besprochenen eigentlich normalen, noch häufig ein-



treten. Was Karsten hier gesehen hat, ist klar, wenn man meine Figuren 2. u. 3., Seite 26 vergleicht. Er hat Fälle unvollständiger Abschnürung der aus der Sporenmutterzelle bei ihrem Aufbrechen in Tropfenform austretenden Masse vor sich gehabt und in seiner Weise falsch gedeutet.

Die dritte Norm des Befruchtungsvorganges endlich, welche Karsten beschreibt, aber als eine Unregelmässigkeit ansieht und nur einmal beobachtet zu haben angiebt, erklärt wenigstens, durch welchen Irrthum in der Beobachtung Karsten zu seiner Annahme, dass ein Bläschen in die Sporenmutterzelle eintrete, geführt wurde. Karsten behauptet nämlich, einmal gesehen zu haben, dass



Bläschen, von denen er eins in a. Fig. 24. (a. unserer Fig. 7.) abbildet, aus dem Hörnchen hervorgetreten seien, und dass ein solches Bläschen,

nachdem es sich um das Doppelte vergrössert hatte, sich an die Sporenmutterzelle angesetzt habe (b. Fig. 7.). Darauf will er die Berührungsstelle beider durchlöchert gesehen und zugleich bemerkt haben, dass aus der Sporenmutterzelle in das herangetretene Bläschen noch grüner Inhalt übergetreten sei (b. Fig. 7.), wodurch dieses um das Vierfache grösser geworden sein soll. Nachher soll sich das



Bläschen von der Sporenmutterzelle wieder abgerissen haben (c. Fig. 7.) und frei fortgeschwommen sein, endlich aber sah er es nach 12 Stunden zu Grunde gehen.

Obgleich es immer misslich ist, die irrthümlichen Beobachtungen Anderer nach ihren vorliegenden, in der Befangenheit einer falschen Auffassung verfassten Zeichnungen zu beurtheilen und auf ihre thatsächliche und wahrheitsgemässe Grundlage zurückzuführen, so halte ich es doch in diesem Falle nicht für gar schwer nachzuweisen, was Karsten wirklich gesehen und was er zu sehen geglaubt hat. Er sah das von mir früher geschilderte Losreißen des Schleimtropfens beim Aufbrechen der Sporenmutterzelle (man vergleiche Seite 26 und die Fig. 1.) in jenem unregelmässigen Falle, in welchem auch grüner Inhalt in den sich abtrennenden Tropfen übergeht. Seltsamer Weise hat er den sich ablösenden Tropfen für ein herangekommenes Gebilde gehalten, und diese komische Verwechselung einer austretenden mit einer eintretenden Bildung wurde die Grundlage seiner Befruchtungshypothese. Diese meine Deutung seiner Figur 7 b. ist unzweifelhaft richtig; und ebenso ist es ganz gewiss, dass c. Fig. 7. einen in Zersetzung übergehenden aus der Sporenmutterzelle herausgetretenen Schleimtropfen darstellt, entsprechend meiner Abbildung c. Fig. 1., Seite 26.

Was nun aber die Zelle a. Fig. 7. und Karsten's Behauptung, dass diese aus dem Hörnchen hervorgetreten sei, betrifft, so kann ich, wenn ungeachtet meiner Schilderungen des Befruchtungs-



actes an *Vaucheria*, die auf vielfach wiederholte Untersuchungen sich stützen, doch noch die Erklärung auch dieses Irrthums von Karsten von mir verlangt werden sollte, auf eine Erscheinung hinweisen, welche jenen Irrthum veranlasst haben könnte. Es trennen sich nämlich öfter beim Aufbrechen der Sporenmutterzelle statt eines mehrere und dann kleinere Schleimtropfen hintereinander von dem Inhalte der Sporenmutterzelle, oder es löst sich erst ein kleinerer, später aber ein grösserer Schleimtropfen von dem Inhalte ab. Es ist mir am wahrscheinlichsten, dass der letztere Vorgang in dem Falle, welchen Karsten beschreibt, stattfand, hierauf deuten wenigstens die verschiedenen Bewegungen hin, welche Karsten seine Zelle machen lässt. Hiernach hätte Karsten einmal übersehen, dass der erste Tropfen aus der Sporenmutterzelle gekommen ist, und hätte ferner den zweiten sich ablösenden und grösser werdenden Tropfen für denselben gehalten, der sich zuerst abgelöst hatte, und geglaubt, dass dieser sich wieder der Sporenmutterzelle genähert habe.

Es ist aber auch möglich, dass ein gleichzeitiges, zufälliges Auftreten gewisser abnormer, häufig in Conferven und so auch überall in der *Vaucheria* vorkommender Monaden-ähnlicher Bläschen, über deren Werth ich später noch ausführlicher handeln werde, viel zur Täuschung Karsten's beigetragen haben kann, und dass er jenen ersten aus der Sporenmutterzelle hervorgetretenen Schleimtropfen für ein solches aus dem Hörnchen hervorgetretenes Bläschen



ansah. Eine solche Verwechslung wird unter der Berücksichtigung der gewöhnlichen Lage der Sporen-mutterzelle und des Hörnchens gar nicht unwahrscheinlich. Denn nur bei besonderen Vorsichtsmaassregeln, die bei der einmaligen und zufälligen Beobachtung Karsten's gewiss nicht vorhanden waren, ist es möglich, die beiden Oeffnungen des Hörnchens und der Sporenmutterzelle zugleich im Auge zu haben, so dass man wohl verleitet werden kann, eine aus der Sporenmutterzelle hervorgetretene Bildung für eine aus dem Hörnchen hervorgetretene zu halten. Gleichgiltig nun aber, worin der Fehler Karsten's lag, so viel ist gewiss, dass die Zelle a. Fig. 7. nicht den Werth besitzt, den ihr Karsten zuschreibt, und eben so unbestreitbar ist es, dass die Fig. 7 b. einen Zustand der Ablösung des Schleimtropfens, nicht aber, wie Karsten will, der Anlegung einer von Aussen gekommenen Bildung darstellt.

Man vergleiche nun die eigenen Angaben Karsten's mit dem Vorgange, wie er wirklich stattfindet, und meine Darstellung dieser Angaben mit der, welche der Referent meines Aufsatzes giebt, und wird dann beurtheilen können, ob ich mit Recht die Untersuchung Karsten's eine missglückte nennen konnte und ob jener Referent, der in der Karsten'schen Untersuchung einen Beweis für eine Befruchtung durch seine sogenannten Spermato-sphaerien finden möchte — wenigstens ist dieser Hintergedanke versteckt angedeutet — die Sachlage zu übersehen im Stande war.



Aber noch andere Vorgänge und Bildungen, als die so eben an *Spirogyra* und *Vaucheria* besprochenen, sind zu verschiedenen Zeiten zu Gunsten des Geschlechts der Algen angeführt worden.

Im normalen wie im krankhaften Zustande vieler Algenzellen hat man häufig Gelegenheit, jene in ihren Ursachen noch räthselhafte Erscheinung zu beobachten, welche den Namen der Brown'schen Molecularbewegung erhalten hat. So viel weiss man jedoch jetzt mit Bestimmtheit, dass diese Bewegung nicht in den Kreis der wesentlichen Lebenserscheinungen der Gewächse gehört. Es ist aber bekannt, welche Rolle sie in der Geschichte des Geschlechts der Phanerogamen gespielt hat, und dass man die Inhaltskörner des Pollenschlauches, welche man häufig in jener Bewegung befangen sah, deshalb für bewegliche Samenkörper erklärte. Aehnliche Irrthümer sind in Folge der Verkenennung der Molecularbewegung auch bei den Algen begangen worden; so hat schon Gruithuisen wegen dieser Bewegung die kleinen Particelchen innerhalb der Vacuolen in den Spitzen der Closterien für Samenkörper gehalten. Ebenso hat Meyen<sup>1)</sup> in einer angeschwollenen Zelle einer unbestimmbaren Conferve, die er *Conferva vesicata* nennt — die aber gewiss nicht die jetzt als *Oedogonium vesicatum* bekannte Pflanze ist — sowie in den vegetativen Zellen zweier *Oedogonium*-Species, bei welchen es sehr gewöhnlich ist, die Molecularbewegung in zwei

---

1) System d. Pflanzenphysiologie Bd. III. S. 450—452.



getrennten Hohlräumen zu beobachten, in den kleinen, sich bewegenden Particelchen der verletzten sowohl als der unverletzten Zellen Samenthiere zu erkennen geglaubt. Auch mancherlei in Infusionen und in Conferven — namentlich wenn sie unter abnormen Bedingungen vegetirend der Zersetzung anheimfallen — vorkommende Vibrionen-artige bewegliche Fäden und Stäbchen sind von Meyen (a. a. O.) und Andern ohne Weiteres als Samenthiere angesprochen worden.

Ueber diese und ähnliche Behauptungen kann man glücklicher Weise jetzt stillschweigend hinweggehen.

Eine andere Reihe von Bildungen jedoch, welche hin und wieder beobachtet und beschrieben und neuerdings von Itzigsohn wieder besprochen und als männliche Geschlechtsapparate der Algen ausgegeben worden sind, muss ich einer nähern Erörterung unterwerfen, weil die wiederholten Behauptungen Itzigsohn's, so wenig Wahres und Brauchbares sie auch enthalten, doch diejenigen stutzig machen könnten, welche nicht durch eigene Beobachtung die genügende Sicherheit im Urtheil sich verschafft haben, um die Spreu von dem Korne zu sondern.

Im Jahre 1837 hat Morren<sup>1)</sup> grössere den Monaden ähnliche bewegliche Bläschen im Inneren der Zellen einer Alge, die er *Conferva dissiliens* nennt, beschrieben und hat dieselben für männliche

---

1) *Bull. d. l'Acad. Bruxelles* 1837. pag. 303.



Geschlechtsapparate dieser Conferve gehalten und ihnen eine den Zellinhalt befruchtende Function zugeschrieben. Aehnliche Körper sind später von fast Allen, die sich mit den Algen beschäftigten, gefunden und sehr verschieden gedeutet worden. Meyen sah sie bei Closterien und Euastren und beobachtete ganz richtig <sup>1)</sup>, „dass diese sich bewegenden „Körper absterben und in Amylumkügelchen verwandelt werden, wobei sie auch ihre eigene Farbe verlieren und durch Jodine blau gefärbt werden,“ dennoch aber meint er „es könnte indessen sein, — und künftige Beobachtungen werden darüber entscheiden, — dass diese selbstbeweglichen Körperchen mit den Samenthieren der anderen Pflanzen zu vergleichen wären, und dass ihr Auftreten auch in diesen so niederen Gewächsen von einer geschlechtlichen Differenz zeige.“ Es mag bemerkt sein, dass die herbeigezogene Analogie mit den Samenthieren anderer Pflanzen zu Meyen's Zeit um so ungerechtfertigter war, als man damals von der Function dieser gar nichts wusste und auch ihr Vorkommen nur an Moosen und Charen gekannt war. —

Al. Braun <sup>2)</sup> hat ähnliche bewegliche Bläschen in den Zellen von Oedogonium, Spirogyra, Sphaeroplea beobachtet; er nennt sie infusorien-ähnliche Gebilde ohne über ihren morphologischen Werth eine bestimmte Meinung zu äussern.

---

1) Neue Systeme d. Pflanzenphysiologie Bd. III. S. 450.

2) Verjüngung S. 300.



Ich selbst beschrieb ähnliche Bildungen bei Spirogyra und Oedogonium<sup>1)</sup>. In Spirogyren-Zellen konnte ich ihre eigenthümliche Entwicklung in besonderen Mutterzellen, aus denen sie durch eine Oeffnung heraustreten, genau verfolgen. In Uebereinstimmung mit den Angaben Meyen's fand ich, dass diese aus ihren Mutterzellen ausgetretenen beweglichen Bildungen noch innerhalb der Conferven-Zelle, in welcher sie entstanden waren, zu Grunde gingen und dass ihr Inhalt sich alsdann als Stärke auswiess. Ich habe seitdem öfters Gelegenheit gehabt, mich von der Richtigkeit der angegebenen Entwicklungsgeschichte zugleich aber auch davon zu überzeugen, dass ähnliche oder doch leicht mit den von mir gesehenen zu verwechselnde Bildungen auch ohne Zwischenbildung jener Mutterzellen unmittelbar im Innern von Confervenzellen entstehen. Die Existenz jener von mir beschriebenen Mutterzellen spricht dafür, dass diese Bildungen einer normalen Entwicklungsgeschichte angehören, deren Ausgangs- und Endpunkte freilich noch nicht gekannt sind. Verführt von der unmittelbaren Beobachtung, dass Theile der Spiralbänder der Spirogyren zu den Mutterzellen dieser Bildungen werden, liess ich mich zu der Ansicht verleiten, dass diese Bildungen vielleicht eine Form seltener Schwärmsporen der Spirogyren sein möchten. Ich habe später dieselben Bildungen noch öfters zu beobachten Gelegenheit gehabt und fand sie auch bei

---

1) Algologische Mittheilungen in Flora 1852.



ändern, als den genannten Conferven, aber auch bei Charen und Nitellen und gebe gern zu, dass meine Deutung eine voreilige gewesen ist. Auch bei den Vaucherien finden sich, wie ich schon früher bei Gelegenheit der Karsten'schen Untersuchung erwähnte, diese Bildungen und zwar hier in allen Theilen des Gewächses, in den Fäden, in den Hörnchen und in den Sporenmutterzellen und ich habe bereits früher darauf hingewiesen, dass sie bei dem Irrthume Karsten's vielleicht mitgespielt haben. Man sieht den Inhalt der Sporenmutterzellen und der Hörnchen oft ganz aufgezehrt und an seiner Stelle eine grosse Anzahl jener beweglichen Bildungen im Innern der Sporenmutterzelle und des Hörnchens sich herumtummeln. Es bedarf wohl nicht mehr der Erwähnung, dass in solchen Sporenmutterzellen niemals eine Spore entsteht und dass die im Hörnchen mit der Befruchtung Nichts zu thun haben.

Cohn<sup>1)</sup>, welcher dieselben Bildungen bei Zygnemen, Oedogonien, Hydrodictyon, Vaucheria und ebenfalls in Charenschläuchen sah, neigt sich der Ansicht zu, dass es fremdartige in die Algenzelle eingedrungene, parasitische Monaden oder Schwärmzellen von Wasserpilzen sind. Auch mir scheint dies jetzt wahrscheinlicher, obgleich mir noch immer der directe Antheil, welchen die Spiralbänder an der Entstehung dieser Bildungen nehmen, räthselhaft ist. De Bary<sup>2)</sup>, der dieselben Körper bei

1) *Nova Acta A. C. L. C. Vol. XXIV. P. L. pag. 160—162.*

2) Ueber die Algengattungen Oedogonium und Bulbochaete S. 69.



Oedogonien fand, glaubt, dass sie ein sehr nahes Analogon in den Microgonidien von Hydrodictyon und verwandten Algen finden und hält sie zugleich für „gesetzmässig beim Absterben eintretende Gestaltungen des Inhalts.“ —

Kurz, wie man aus allen diesen Angaben sieht, ist der Werth dieser Bildungen noch nicht gekannt, und es ist sogar noch unentschieden, ob sie in die Entwicklungsreihe der Pflanzen gehören, in deren Zellen sie gefunden werden. Es ist aber ferner auch ausserdem überhaupt noch fraglich, ob unter jenen in Conferven-Zellen bisher beschriebenen abnormen oder fremdartigen Gebilden, die bisher alle zusammengeworfen wurden, nicht sehr verschiedenartige und mit einander Nichts gemein habende Bildungen vermengt worden sind. — Die ruhenden Zellen, die man oft in Closterien, Euastren und Conferven, z. B. in den Copulationskörpern der Spirogyren vorfindet<sup>1)</sup>, ferner die beweglichen Monaden-ähnlichen Bläschen, welche unmittelbar im Innern der Conferven-Zellen gefunden werden, und endlich die in besondern Mutterzellen, innerhalb der Conferven-Zellen, erzeugten beweglichen Bläschen bilden vielleicht 3 unter einander gänzlich verschiedene Bildungsreihen, die wir bei der geringen Bekanntschaft mit der Entwicklungsgeschichte dieser Gebilde eben so wenig zu unterscheiden vermögen

---

1) Man vergleiche über diese Meyen a. a. O. S. 436 — 437, Taf. X. Fig. 13 u. 24, ferner meine „Algologische Mittheilungen.“ Flora 1852. Taf. V. Fig. 7.



als es möglich ist, eine haltbare Ansicht über ihren morphologischen Werth aufzustellen.

Unter diesen Bildungen sind es vorzugsweise, aber nicht ausschliesslich, die beweglichen Bläschen, welche unmittelbar im zerstörten oder in Zerstörung begriffenem Inhalte der Conferven-Zellen sich finden, also dieselben, welche auch Morren einst als männliche Geschlechtsapparate ansah, von welchen neuerdings Itzigsohn behauptet<sup>1)</sup>, dass sie Mutterzellen von Spiralfäden sind, welche letztere er für die Samenthiere dieser Algen erklärt. — Ihrer Erscheinung nach sind diese Gebilde längliche oder rundliche, Monaden-ähnliche und schwach bewegliche Zellchen, die bald einen ganz farblosen Inhalt führen, bald einige schmutzig grüne oder braune Körnchen neben dem farblosen Inhalte enthalten. Cohn (a. a. O. S. 161) hat hin und wieder Cilien an ihnen beobachtet. Aus diesen Zellen, welche Itzigsohn „Spermato-sphaerien“ nennt, sollen nach seiner Angabe die in ihnen enthaltenen Samenfäden entweder ausschlüpfen, oder diese Mutterzellen sollen sich auflösen, und die in ihnen enthaltenen, den Samenfäden der Moose völlig gleichen Spiralfäden sollen auf solche Weise frei werden.

Zunächst ist nun festzuhalten, dass Itzigsohn diese Samenfäden erzeugenden Spermato-sphaerien bei *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Cladophora*, *Vaucheria*, *Oedogonium* und *Bulbochaete* in gleicher Weise be-

---

1) Ueber den männlichen Geschlechtsapparat bei *Spirogyra*. Bot. Zeit. 1853 S. 201 f.



schreibt, nun ist es aber gewiss, dass bei *Vaucheria*, *Oedogonium* und *Bulbochaete* ganz andere, weder den Spermatosphaerien ähnliche, noch Samenfäden erzeugende Samenkörper vorhanden sind, und ebenso ist es gewiss, dass ganz dieselben Bildungen, die Itzigsohn Spermatosphaerien nennt, auch im Innern von Charen- und *Nitella*-Schläuchen vorkommen, bei welchen bekanntlich ebenfalls die wirklichen Samenfäden Nichts mit jenen Spermatosphaerien zu thun haben. Diese Thatsache allein schliesst schon jeden Gedanken an eine sexuelle Function dieser Bildungen aus, selbst wenn es gewiss wäre, dass sie zu den Pflanzen, in welchen sie vorkommen, genetisch gehören, und selbst wenn es wahr wäre, was Itzigsohn behauptet, dass in diesen Spermatosphaerien Spiralfäden entstehen. Ich habe aber schon früher bei der Anführung der Angaben anderer Beobachter dieser Bildungen gezeigt, wie sehr zweifelhaft überhaupt noch die Zusammengehörigkeit jener Bildungen mit den Pflanzen ist, in denen sie vorkommen, und was die Existenz der Spiralfäden in ihnen betrifft, so hat noch kein glaubwürdiger Beobachter, trotzdem diese Spermatosphaerien vor und nach den Behauptungen Itzigsohn's vielfach gesehen und untersucht worden sind, diese Angaben bestätigt, und Meyen und ich stimmen darin vollkommen überein, dass der Inhalt derjenigen dieser Bildungen, welche man in Auflösung begriffen erblickt, aus ganz kleinen Stärkekörnern, aber nicht aus Spiralfäden, besteht.

Woher kommen nun und was sind jene nach



Itzigsohn aus den Spermatosphären ausgebrochenen Spiralfäden?

Dies zu beantworten ist nicht gar zu schwer, wenn man auf die lebendige Phantasie Itzigsohns, seine Methode die Pflanzen im macerirten Zustande zu untersuchen und hieraus Schlüsse für die normalen Lebensverhältnisse zu ziehen und endlich auf die Geschicklichkeit Rücksicht nimmt, mit welcher er die aus den Algenzellen frei gewordenen Samenthier 4 Wochen lang in einem Fayence-Teller lebendig erhielt <sup>1)</sup>, und zu enorm grossen Thieren erzieht, die wohl jeder, der je untersucht hat, gleich als das, was sie sind, erkennen wird. Es ist ja bekannt, dass die abgestorbenen und absterbenden Confervenzellen der Tummelplatz von Monaden, Vibrionen, Pilzsporen und Pilz- und Oscillarien-Fäden sind und dass die mühsamsten Untersuchungen und die bündigsten Nachweise nöthig sind, um für jede dieser Bildungen den Kreis der zu ihr gehörigen Formen genau und richtig zu umschreiben. Es ist ferner bekannt, wie vielerlei verschiedene und ihrer Entwicklung nach gar nicht zusammengehörige Bildungen in jener microscopischen Welt der Algen, Infusorien und Pilze oft im kleinsten Raume zusammen vorkommen, bald friedlich neben einander lebend, bald die einen auf den andern schmarotzend und sie zerstörend. —

Wenn bei Algen und Infusorien schon die Aus-

---

1) Man vergleiche seinen oben angeführten Aufsatz Bot. Zeit. 1853. S. 223.



einanderhaltung zusammenhängender Formen und ihre Beschreibung als specifisch oder gar generisch verschiedene Organismen den raschen Fortschritt der Wissenschaft oft genug gehindert hat, so hat dagegen der umgekehrte Fehler die Zusammenziehung gleichzeitig nebeneinander vorkommender, aber nicht zusammengehöriger Bildungen in eine Entwicklungsreihe in ungleich höherem Maasse nachtheilig auf die Erkenntniss und insbesondere auf die Einsicht in die Lebensverhältnisse der Organismen gewirkt. — Die sonderbarsten Phantasien und Vorstellungen über Verwandlung und Erzeugung von Organismen — Behauptungen, welche allen sicheren Erfahrungen an den leichter zugänglichen höhern Organismen widersprechen — waren die traurigen Folgen dieser voreiligen Schlüsse, sie waren die Ursache einer so grossen Unsicherheit des Urtheils, dass genaue und ungenaue Angaben über die kleinsten Organismen lange Zeit mit gleichem Misstrauen aufgenommen worden sind.

Diese Sucht Alles, was er unter dem microscopischen Gesichtsfelde sah, als zusammengehörige Entwicklungsstufen einer Entwicklungsreihe zu beschreiben, ist die Grundlage aller der Irrthümer, welche Itzigsohn im Laufe der letzten Jahre über die Entwicklung der Algen ausgesprochen hat. Dahin gehören auch seine Angaben über die Samenfäden der Conferven. Unter seinen Spermatosphaerien sind schon an sich sehr verschiedenartige Bildungen zusammengeworfen: erstens die von mir beobachteten Mutterzellen, aus welchen be-



wegliche Bildungen hervortreten, und die er an *Vaucheria* beobachtet zu haben scheint; ferner ganz unzweifelhaft abnorme Zustände und Theile zerfallender *Spirogyren*-Bänder; dann Schleimtropfen mit eingeschlossenem Chlorophyll gebildet unter Einwirkung des Wassers auf den austretenden Inhalt von *Cladophora*-Zellen, kurz bewegliche und unbewegliche Bildungen jeder Art; und ebenso steht Nichts der Annahme entgegen, dass die Spiralfäden, die er als den *Spermato-sphaerien* entschlüpft zeichnet, nur schmarotzende in sich zersetzenden Pflanzentheilen überall vorkommende, den *Vibrionen*, der *Oscillaria alba* oder auch den *Leptomit*us und *Hygro-crocis*-Formen ähnliche Gebilde sind, wie dies von seinen 4 Wochen alten Samenfäden keinem Zweifel unterliegt.

Wenn es aber gewiss ist, dass die *Itzigsohn'schen Spermato-sphaerien* bei *Vaucherien* und *Oedogonien*, *Charen* und *Nitellen* nicht befruchtende Organe sind und ihnen deshalb ein ganz anderer, wenn auch noch unbekannter Werth zugesprochen werden muss, so versteht es sich von selbst, dass dieselben Bildungen bei den *Spirogyren* auch nur denselben Werth besitzen können, also auch hier gewiss keine sexuelle Function ausüben, und es ist hierbei auch ganz gleichgültig, dass die eigentlichen männlichen Sexualorgane der *Spirogyren* noch nicht gekannt sind. *Itzigsohn* hat zwar mit einer nicht genug zu bewundernden Naivität, obgleich er die *Spirogyren* schon einmal mit männlichen Geschlechtsapparaten (den *Spermato-sphaerien*) bedacht hatte, bei ihnen noch einen



zweiten männlichen Geschlechtsapparat beschrieben<sup>1)</sup>. Allein für den sexuellen Werth dieses zweiten Geschlechtsapparates (seinen Asterosphaerien) hat er ebenso wenige Gründe beigebracht, als für den sexuellen Werth der Spermatosphären überhaupt. Die Asterosphaerien Itzigsohn's sind, was vorerst ins Auge zu fassen ist, Gebilde, welche durchaus keine Aehnlichkeit mit den Spermatosphaerien oder den Mutterzellen haben, aus welchen ich bei *Spirogyra* den Spermatosphaerien ähnliche Bildungen habe hervortreten sehen. Wenn Itzigsohn behauptet, dass die Asterosphaerien nur eine andere Form der Spermatosphaerien sind, so ist diese Behauptung eben wieder durch Nichts bewiesen und Jeder, der beide Bildungen kennt, wird zugeben müssen, dass der blosse Anschein und das verschiedene Aussehen dieser Bildungen — und mehr weiss man von ihnen Nichts — schon entschieden gegen eine solche Annahme sprechen.

Die Asterosphaerien oder Asteridien, wie sie Shadbolt genannt hat, sind bereits von vielen Beobachtern gesehen und von mehreren beschrieben worden. Es sind grössere, unbewegliche mit längeren oder kürzeren, dickeren oder dünneren Stacheln allseitig besetzte Kugeln, deren Inhalt meist feinkörnig, oft auch homogen erscheint. Sie liegen einzeln oder zu mehreren, zuletzt immer in einer seitlichen Ausbuchtung der Zelle, in welcher sie

---

1) Die Fructification der *Mougeotia* Bot. Zeit. 1853. S. 681 sowie de fabrica sporae *Mougeotiae genuflexae* Neudamm 1856.



entstanden. Diese Ausbuchtung scheint erst eine Folge ihrer Entwicklung zu sein, wenigstens habe ich oft genug mehrere dieser Körper in normalen noch völlig cylindrischen Spirogyren-Zellen gefunden, und erst, wenn die Asteridien grösser geworden waren, zeigten die Spirogyra-Zellen an den Stellen, wo die Asteridien lagen eine Anschwellung. Niemals liegen die Asteridien in einer Ausbuchtung, welche über der Scheidewand zweier benachbarten Zellen vorhanden wäre, ein Umstand, welcher die Verwirrung in den Angaben Itzigsohns sogleich kennzeichnet. Ich selbst habe sie hin und wieder entleert gefunden und dann lag neben der entleerten stacheligen Membran eine einzige grosse Zelle, welche offenbar aus der stacheligen Hülle herausgetreten war, und öfters noch eine beginnende Sonderung ihres Inhaltes in mehrere (6—8?) Portionen erkennen liess. Einmal erschien die Ausbuchtung der Mougeotia-Zelle, in welcher der leere Stachelkörper und die aus demselben ausgetretene Zelle lag, weit geöffnet durch einen, wie es schien, nicht zufälligen Riss der Ausbuchtung.

Thwaites<sup>1)</sup> fand die Asteridien bei *Mesocarpus scalaris*. Er glaubt, dass sie vielleicht einem abnormen Wachsthum des Nucleus ihren Ursprung verdanken möchten, was gewiss unrichtig ist, denn ich habe bei *Spirogyra elongata* den leicht kenntlichen Nucleus neben den bereits vorhandenen Asteridien an seinem ge-

---

1) *Ann. of nat. history* vol. XVII pag. 262. 1846—47.



wöhnlichen Orte und im normalen Zustande aufgefunden. Dass sie, wie Thwaites angiebt, sich nicht auf Kosten des grünen Inhaltes der Zelle bilden, ist vollkommen richtig, denn ich fand bei *Spirogyra elongata* die Asteridien zwischen den noch unveränderten beiden Spiralbändern liegen und erst später ballten sich die Spiralbänder zu zwei unförmlichen Massen zusammen, während zu gleicher Zeit die bis dahin noch cylindrischen Zellen an den Stellen, wo die Asteridien lagen, anzuschwellen anfangen. Die letzte Vermuthung von Thwaites, es möchten vielleicht innere Parasiten sein, scheint noch die wahrscheinlichste.

G. Shadbolt<sup>1)</sup> hat dieselben Bildungen unter dem Namen „Asteridien“ im Jahre 1851 beschrieben und zeichnet sie in der seiner Abhandlung beigegebenen Tafel von *Zygnema quadratum* (*Rhynchonema quad.* Ktz.) und *Zygnema varians* (*Spirogyra var.* Aut.) richtig ab. Aehnliche Körper zeichnet er noch bei einer Alge, welche er *Lyngbya floccosa* nennt, und welche vielleicht ein *Ulothrix*, vielleicht die *Conferva floccosa* oder *bombycina* sein möchte. Seiner — gewiss unrichtigen — Ansicht nach, sollen die Asteridien eine vollkommenere Form der gewöhnlichen Sporen der Zygnemaceen, die er fälschlich Sporangien nennt, sein.

William Smith hat die Asteridien bei *Zygnema quininum* (*Spirogyra quin.* Aut), *Mesocapus scalaris*

1) *Transactions of the microscopical society of London Vol. III. pag. 165; tab. XXII.*



und *Zygnema quadratum* (*Rhynchonema*) beobachtet und abgebildet <sup>1)</sup>. Er bekämpft die Ansicht von Shadbolt, dass die Asteridien vollkommeneren Sporen sind, und begnügt sich, die Existenz dieser Bildungen zu constatiren, ohne ihnen einen bestimmten Werth beizulegen, der, wie er wohl fühlt, aus den bekannten Daten über ihre Entwicklung nicht erschlossen werden kann.

Ueber die Lebensverhältnisse und die Entwicklung dieser räthselhaften Asteridien weiss nun zwar Itzigsohn, der sie bei *Mougeotia* gefunden hat, nicht mehr, ja kaum so viel, als die andern Beobachter anzugeben, dies hindert ihn jedoch nicht, sie ohne Weiteres für Mutterzellen von Samenfäden zu erklären und ihnen eine geschlechtliche Function zuzuschreiben. Welche Gründe ihn dazu veranlassen, ist in der That gar nicht einzusehen, denn dass die Berührung der Dornen dieser Asteridien mit einer nebenliegenden, räthselhaften Inhaltsmasse, wie es Itzigsohn ausspricht, den Befruchtungsact dieser Pflanzen bilden soll, ist eine so lächerliche Behauptung, dass es Donquixoterie wäre, sie wider-

---

1) *Quarterly Journal of microscopical science*. London 1853. Vol. I. pag. 68. tab. IX: Bei dieser Gelegenheit macht Smith die richtige Bemerkung, welche ich vielfach bestätigt gefunden habe, dass die Arten der Kützing'schen Gattung *Rhynchonema* sich hin und wieder auch in der gewöhnlichen Weise der *Spirogyren* leiterförmig copuliren; dass also die der Gattung *Rhynchonema* zugeschriebene eigenthümliche Copulationsweise zwischen den benachbarten Zellen desselben Fadens, wegen ihrer Incostanz, nicht berechtigt, hierauf eine generische Unterscheidung zu gründen.



legen zu wollen. Für Diejenigen aber, die mit dem Gegenstand durch eigene Anschauung nicht genug vertraut sind, füge ich noch die Bemerkung hinzu, dass der Körper Fig. 2. (Bot. Zeit. 1853, S. 685), welcher in der Verbindungswarze zweier benachbarten Zellen liegt, nicht eine Entwicklungsstufe des in Fig. 1. neben den Asteridien in der mittleren Ausbauchung einer Zelle gelegenen Körpers ist. Beide Körper haben mit einander gar Nichts zu schaffen, und ebenso stellt Fig. 4. eine zu der Spirogyra gar nicht gehörige Palmellacee vor. Die ganze Entwicklungsgeschichte, die Itzigsohn giebt, indem er einen genetischen Zusammenhang dieser drei ganz fremdartigen Körper behauptet, ist völlig erfunden. Dasselbe gilt von den betreffenden Abbildungen auf Taf. II. seiner Schrift, „de fabrica sporae Mougeotiae“. Die Körper in Fig. 15. u. 16., welche immer über der Scheidewand zweier benachbarter Zellen liegen, sind wirkliche, durch die Vereinigung des Inhalts der beiden Zellen in der gebildeten Verbindungswarze entstandene Sporen. Sie haben aber Nichts gemein mit den in den übrigen Figuren in der mittleren Ausbuchtung einer Zelle neben den Asteridien liegenden Körpern. Die Fig. 16 c., d—i. gehören endlich gar nicht zu der Mougeotia, sondern zu einer zufällig neben der Mougeotia vorhanden gewesenen Palmellacee.

Wie aus den oben mitgetheilten Angaben hervorgeht, hatte ich ebenfalls öfters die Gelegenheit, die Asteridien bei den Spirogyren zu beobachten. Ueber ihren Werth weiss ich Nichts, so viel aber



kann ich mit Bestimmtheit versichern, dass die Vermuthung Itzigsohn's, wonach in ihnen Samenfäden entstehen sollen — eine Vermuthung, die übrigens wieder in einer Weise, über welche man die Geduld verlieren kann, mit seiner vorhin angeführten Behauptung, dass sie durch die Dornen ihrer äusseren Membran befruchten, contrastirt — ganz und gar unbegründet ist. —

Alle diese bisher mitgetheilten Angaben über das Geschlecht der Algen blieben mit Recht völlig ohne Einfluss auf die allgemein verbreitete Ansicht von der Geschlechtslosigkeit der niederen Gewächse. Alle Diejenigen, die im Stande waren, ein selbstständiges Urtheil über die gemachten Angaben zu fällen, liessen sich durch grundlose Behauptungen und offenbar falsche Thatsachen nicht irren. Die Schriften der bekannten Algologen liefern hierfür die vollgiltigsten Beweise. Zwar war auf dem benachbarten Gebiete der höheren Cryptogamen die Wahrscheinlichkeit der Existenz des Geschlechts in jüngster Zeit fast zur Gewissheit geworden, nachdem durch die Entdeckung der Antheridien und Samenfäden der Farrnkräuter durch Naegeli und ihrer Archegonien durch Suminski ein gesicherter Ausgangspunkt gegeben war und nachdem die Untersuchungen von Hofmeister, Mettenius, Milde und Schacht das Vorhandensein jener Geschlechtsorgane in allen Abtheilungen der höheren Cryptogamen nachgewiesen und wesentlich durch die Bemühungen Hofmeister's ihr Bau, sowie die Entstehung des Embryo der Farrnkräuter und der Frucht



der Moose als freie Zellen erkannt worden war. Noch aber war selbst hier kein directer Beweis für die Function der Samenfäden gegeben, und man konnte um so weniger die an den höheren Cryptogamen erlangten Resultate auf die niederen Cryptogamen, und namentlich auf die Conferven, übertragen, als man bei diesen weder männliche, den Samenfäden der Farrnkräuter und Moose analoge Bildungen kannte, noch Organe, welchen man den Werth weiblicher Geschlechtsorgane zuschreiben konnte. Höchstens für die Florideen und, wie wir bald sehen werden, für die Fucaceen ist von Einigen die Existenz des Geschlechts auf gewisse Andeutungen hin mit mehr oder weniger Recht vermuthet worden, allein dies schien Grund genug, sie von den übrigen Algen, die man für unbedingt geschlechtslos ansah, zu trennen.

Die Thatsachen, aus welchen man das Geschlecht der Florideen erschliessen zu dürfen glaubte, sind bereits mitgetheilt worden.

Bei den Fucaceen waren Thuret und Decaisne schon 1844<sup>1)</sup> auf die grossen Endzellen der Paraphysenzweige aufmerksam geworden, welche in den Hüllfrüchten der Fucaceen neben den eigentlichen Sporensäcken vorkommen, oder auch getrennt von diesen in besonderen Hüllfrüchten und auf besondere Exemplaren auftreten, und hatten die Entdeckung gemacht, dass in diesen grossen Endzellen eine Menge kleiner, mit Cilien versehener Körper entstehen, welche

---

1) Ann. d. sc. nat. Botanique 1845.]



später, aus ihren Mutterzellen frei geworden, sich sehr lebhaft bewegen können. Sie erklärten in Folge davon diese Zellen für die Antheridien, und die in ihnen entstehenden beweglichen Körper für die Samenthiere der Fucaceen. Ihre Deutung fand, da sie durch Nichts weiter unterstützt war, wie natürlich, keinen Anklang. Vielmehr wurde die von Naegeli über diese beweglichen Körper der Fucaceen aufgestellte Ansicht, dass sie den Schwärmsporen der Conferven gleichwerthige Bildungen seien, allgemein angenommen. Thuret selbst erkennt noch im Jahre 1851<sup>1)</sup> es ausdrücklich an, dass er keine positiven Beweise für seine Ansicht, dass die beweglichen Körper der Fucaceen eine befruchtende Function besitzen, beibringen könne, dagegen glaubt er, es könne kein Zweifel sein, wofür man sich zu entscheiden habe, wenn man zwischen den beiden Hypothesen, der seinigen und der Naegeli's, entscheiden solle. Die Gründe, die er für seine Meinung angiebt, sind hauptsächlich von dem Ort des Auftretens dieser Bildungen hergenommen, sowie von dem Umstande, dass er sie nicht keimen sah. Auf die gleichen Gründe gestützt, erklärte er auch ähnliche bewegliche Bildungen bei einer Fucoidee (der *Cutleria*) für Samenthiere.

Im Sommer 1853 hatte ich während meines Aufenthaltes in Triest ebenfalls an einer Fucoidee (*Sphacellaria tribuloides*) bewegliche Bildungen aufgefunden, deren Bedeutung mir, da ich damals noch

---

1) Ann. d. sc. nat. Botanique. IIIe série, tome XVI.



von der Ueberzeugung des Geschlechtsmangels bei den Algen ausging, höchst räthselhaft erschien. Ein gültiger Beweis für das Geschlecht war weder bei Florideen, noch Fucaceen, noch Fucoideen geführt, und mir schien in der blossen Existenz zweifelhafter Gebilde dieser Beweis nicht zu liegen.

In demselben Jahre machte Thuret in einer kurzen Notiz<sup>1)</sup> eine Reihe von Versuchen bekannt, welche seine mit Decaisne gemeinschaftlich ausgesprochene Ansicht von dem sexuellen Werthe der beweglichen Körper der Fucaceen als richtig erweisen sollten. Er zeigte nämlich an, dass er in einer Reihe von Versuchen, in welchen er die grossen Sporen der Fucaceen von den muthmasslichen Antheridien getrennt hatte, niemals eine Keimung derselben beobachten konnte, während er nach Vermischung der Antheridien mit den Sporen diese stets keimen gesehen habe. Hieraus schliesst er, dass die beweglichen Inhaltskörper der Antheridien eine befruchtende Function auf die Sporen ausüben. Er giebt ferner an, dass er bei der Mischung der Antheridien mit den Sporen das Herantreten jener beweglichen Körper (der Samenkörper) an die Sporen beobachtet und gesehen habe, dass oft die Sporen selbst durch jene beweglichen Körper in eine lebhafte Rotation versetzt worden seien, von welcher er jedoch nicht behaupten wolle, dass sie unumgänglich nöthig zur Befruchtung sei. Den wesentlichen

1) Note sur la fécondation des Fucacées. Extrait des mémoires de la société des sciences naturelles de Cherbourg. Tome 1. page 161. Mai 1853.



Act der Befruchtung setzt er in den Contact der Sporen und der Samenkörper und behauptet, dass die Samenkörper nicht in unmittelbare Berührung mit der Spore kommen, von deren eigenen Membran sie noch durch eine Schleimschicht, welche die Spore umgebe, getrennt würden.

Der Beweis für die Function der Samenkörper lag, wie man sieht, nicht in den Erscheinungen, welche Thuret unmittelbar unter dem Microscope gesehen hatte, denn in ihnen lag kein Grund, das Zusammentreffen der Samenkörper und Sporen für einen Befruchtungsact anzusehen. Er hatte die Sporen und die beweglichen Körper selbst auf dem Objectträger gemischt; ihr Zusammentreffen war bei der lebhaften Beweglichkeit und der ungeheuren Anzahl der Samenkörper nothwendig geboten. Die Bewegung, welche die Samenkörper öfters der Spore mittheilten, hielt er schon damals für keine wesentliche Erscheinung, und es kann nach dem, was wir jetzt wissen, keine Frage mehr sein, dass die Befruchtung von dieser zufälligen, meist schon auf dem Objectträger, wohl aber immer unter natürlichen Verhältnissen ausbleibenden Bewegung ganz unabhängig ist. Einen unmittelbar sichtbaren Antheil der Samenkörper am Befruchtungsact konnte Thuret aber unter dem Microscope nicht wahrnehmen. Es kam daher Alles auf die Beweiskraft seiner Versuche an, nämlich auf die Beobachtung der Keimung der Sporen nach ihrer Mischung mit den Antheridien und des Ausbleibens der Keimung bei der Isolirung der Sporen.

Dass sich gegen die Beweiskraft solcher Ver-



suche von dem Standpunkte jeder in der Wissenschaft berechtigten strengen Sceptsis viel einwenden lässt, ist von selbst einleuchtend, und die Geschichte des Pflanzengeschlechts bei Phanerogamen und Cryptogamen liefert hierfür die unmittelbare Bestätigung. Derartige Versuche waren wiederholt in früherer Zeit für das Geschlecht der Phanerogamen, und ähnliche Beobachtungen in neuerer Zeit für das Geschlecht der Moose angeführt worden, ohne die Ueberzeugung der Gegner des Geschlechts bestimmen zu können. Und gewiss mit Recht, denn es war nur zu bekannt, wie viele Nebenumstände, die nicht in der Hand und ausser dem Gesichtskreise des Experimentators liegen, das Resultat solcher Versuche bei den Organismen bestimmen und verschleiern. Waren doch unzählige derartige Versuche selbst bei den leichter zu behandelnden Phanerogamen bald für, bald gegen das Geschlecht ausgefallen. Aber gleichgültig, wie man über den Werth solcher von Zufälligkeiten aller Art abhängigen Versuche denken mag, diesmal hatte Thuret das Richtige getroffen. Jedoch meiner Ueberzeugung nach, von der ich beim Lesen der Thuret'schen Versuche ausging, konnte, wie bei morphologischen Fragen überhaupt, auch hier nur die directe Beobachtung die Entscheidung bringen. Ebenso wie erst die Entdeckung des Pollenschlauches und seine Verfolgung bis zur Samenknospe jeden Zweifel an der Theilnahme des Pollens bei der Bildung des Phanerogamen-Embryo gehoben hat, und deshalb beschloss ich, die Versuche Thuret's zwar zu wieder-



holen aber meine besondere Aufmerksamkeit den sichtbaren Vorgängen zuzuwenden.

Im darauf folgenden Sommer wiederholte ich die Versuche Thuret's in Helgoland an *Fucus vesiculosus*. Das Resultat war völlig dem, welches Thuret erhalten hatte, gleich. Zwar keimten auch die mit den Antheridien vermengten Sporen nicht immer, aber die isolirten Sporen zeigten mir niemals Keimungserscheinungen, niemals trat bei ihnen eine Theilung ein, welche bei den mit Antheridien vermengten Sporen meist schon nach 24 — 48 Stunden eintrat und einen Beweis für die begonnene Entwicklung dieser Sporen abgab. Es ist jetzt nicht mehr nöthig, ausführlich die Versuche und die Art, wie ich sie anstellte, zu beschreiben, da man nicht mehr zu solchen Hilfsmitteln seine Zuflucht nehmen wird, um das Geschlecht nachzuweisen. Es mag jedoch für solche, die diese Versuche doch noch wiederholen möchten, nicht unerwähnt bleiben, dass ich stets Doppelversuche angestellt habe, indem ich Sporen aus denselben Hüllfrüchten — um sicher zu sein, dass das Resultat nicht etwa durch einen verschiedenen Reifezustand bedingt sei — das eine Mal isolirt, das andere Mal mit Antheridien vermengt auf einer stets feucht gehaltenen Unterlage in Uhrgläsern, über welche ich angefeuchtete Gläser gestürzt hatte, bewahrte und Sorge dafür trug, dass Verhältnisse, die möglicher Weise von Einfluss sein könnten, wie z. B. Licht und der grössere oder geringere Feuchtigkeitsgrad möglichst für beide Versuchsreihen gleich waren. Auch war es, wie



ich fand, bei diesen Versuchen nöthig, sich vorher zu überzeugen, dass die wirklichen Exemplare von *Fucus vesiculosus*, die ich benutzte, nicht — wie dies hin und wieder stattfindet — in ihren Hüllfrüchten neben den Sporen Antheridien besitzen.

Bei der Beobachtung der Vermischung der Sporen und der beweglichen Samenkörper unter dem Microscope, von welcher ich die eigentliche Entscheidung erwartete, konnte ich Anfangs Nichts wahrnehmen, was einer Einwirkung der Samenkörper auf die Sporen zuzuschreiben gewesen wäre. Später aber wurde ich auf eine Anzahl brauner Punkte aufmerksam, die sich bei den Sporen, zu welchen ich Antheridien gethan hatte, stets nach dem Hinzutreten der Samenkörper unmittelbar unter der Oberfläche vorfanden, und die ich niemals an isolirten Sporen bemerken konnte.

Es lag nahe, diese braunen Körper für die braunen Punkte zu halten, welche, wie man weiss, in den Samenkörpern der Fucaceen vorhanden sind, und wenn ich auch damals noch nicht gewagt habe, dieses für sicher anzunehmen, da wegen der grossen Anzahl der sich an die Sporen herandrängenden Samenkörper der Uebertritt der einzelnen Samenkörper in die Sporenmasse nicht scharf beobachtet werden kann, so gestehe ich doch, dass diese Wahrnehmung meine Ueberzeugung von der Geschlechtslosigkeit der Fucaceen nicht wenig erschütterte.

Ich war jedoch, da die directe microscopische Beobachtung keinen unbedingt sichern Aufschluss gegeben hatte, so wenig von dem Resultate meiner



in Helgoland angestellten Beobachtungen befriedigt, dass ich gar nicht daran dachte sie zu veröffentlichen, bis meine Erfahrungen an *Vaucheria* mich auch über diejenigen Punkte aufklärten, welche bei den Beobachtungen an *Fucus* noch dunkel geblieben waren.

In der Absicht, wenigstens für die Conferven entscheidende Beweise für oder gegen das Geschlecht beizubringen, unterwarf ich die bekannten und mir leicht zu Gebote stehenden Fructificationen dieser einfachen Gewächse einer genauern Untersuchung.

Bei der völligen Verschiedenheit der *Fucus*-Fructificationen und der Fruchtbildung aller übrigen Algen, sowohl der Florideen als der Conferven, war von dem Werthe der *Fucus*-Früchte, mochte man diese für getlechtliche Keime ansehen oder nicht kein gerechtfertigter Schluss auf die Bedeutung der Fruchtorgane der übrigen Algen, namentlich aber der Conferven gestattet.

Es gab nicht einmal Andeutungen über die Existenz wirklicher männlicher oder weiblicher Geschlechtsorgane bei den Conferven und bei denjenigen Gattungen, bei welchen zweierlei Sporen, bewegliche und ruhende, gekannt waren, schienen allen Erfahrungen entsprechend, beide Vermehrungsorgane geschlechtslose Keime zu sein.

Aber schon früher hatte ich in den Mutterzellen der ruhenden Sporen bei *Oedogonium* und *Achlya* eigenthümliche Oeffnungen aufgefunden, über deren Werth ich mir damals keine Rechenschaft zu geben



vermochte. Von diesen höchst auffallenden Beobachtungen, die ich später noch näher besprechen werde, geleitet, ging ich zunächst von dem Gedanken aus, die Frage nach dem Geschlechte der Conferven an den ruhenden Sporen zu prüfen und wandte deshalb vorerst meine Aufmerksamkeit neben Spirogyren und Coleochaeteen den Vaucherien und Oedogonien zu.

Den Herbst- und Winter-Anfang 1854 cultivirte ich zu diesem Zwecke die Vaucheria in meinem Wohnzimmer und unterwarf sie einer aufmerksamen und ununterbrochenen Beobachtung. Ich überzeugte mich bald von der Unrichtigkeit der bisherigen Vorstellungen über die Fruchtbildung dieser Pflanze, die ich im Vorhergehenden besprochen habe; zugleich jedoch zwang sich mir bei der fortwährenden Betrachtung sämtlicher Entwicklungszustände der Sporenmutterzelle und des Hörnchens die Ueberzeugung auf, dass hier ein ungeahnter Prozess stattfinde, von welchem die Lösung der Frage, die ich suchte, zu hoffen stand. Sobald ich soweit gekommen war, liess die Entdeckung des Vorganges nicht lange auf sich warten. Nachdem ich zu wiederholten Malen Exemplare mit gefüllten und noch geschlossenen Hörnchen und Sporenmutterzellen in denjenigen Zuständen unter das Microscop gebracht hatte, welche meiner Vermuthung nach der Oeffnung dieser Organe unmittelbar vorangehen mussten, und die Vorsicht gebraucht hatte, die Praeparate in die richtige Lage zu bringen, um die Spitze des Hörnchens und der Sporenmutterzelle



zugleich im Focus zu haben, gelang es mir endlich die Pflanze im Augenblicke der Befruchtung zu überraschen. Schon vorher waren mir im Innern der Hörnchen kleine Stäbchen aufgefallen, welche sich nur schwach, soweit es eben die umgebende Schleimmasse, in der sie eingebettet lagen, gestattete, bewegten, und die mir schon im Voraus fast die Gewissheit dessen gaben, was ich sehen sollte. Als endlich Hörnchen und Sporenmutterzelle, wie ich dies in meinem Aufsatze über die Befruchtung <sup>1)</sup> geschildert habe, sich öffneten und ich die beweglichen Samenkörper zahlreich und wie von einer anziehenden Kraft getrieben in die Oeffnung der Sporenmutterzelle eindringen sah, da war die Deutung unzweifelhaft. Ich hatte mir bald eine so sichere Kenntniss der Bildungsvorgänge, welche im Hörnchen und der Sporenmutterzelle dem Augenblicke der Befruchtung vorhergehen, verschafft, dass ich im Stande war die Erscheinung einigen bot. Freunden zu zeigen. Herr Prof. Braun <sup>2)</sup> hat die Güte gehabt es öffentlich zu bezeugen, dass er den Vorgang in der oben geschilderten Weise, am 26. Februar 1855 bei mir gesehen hat. Häufiger wiederholte Betrachtung des Vorganges liess mich später nach dem Hinzutreten der Samenkörper in der vordern Schleimpartie der erzeugten Spore unmittelbar an der Oberfläche ein Körperchen entdecken, welches

---

1) Separatabdrücke dieses Aufsatzes sind durch die Buchhandlung von Hirschwald in Berlin zu beziehen.

2) *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita* (Abhandlungen d. Berl. Acad. d. Wiss. 1855) pag. 106.



zweifellos ein in seiner Form veränderter, eingedrungener Samenkörper war. Dies klärte mich zugleich über die Bedeutung jener braunen Körper auf, welche ich unterhalb der Oberfläche befruchteter *Fucus*-Sporen gefunden hatte und veranlasste mich, meine Ansicht von dem materiellen Antheil der Samenkörper an der Befruchtung auszusprechen, eine Ansicht, welche durch meine neueren Beobachtungen an *Oedogonium* jetzt ausser allen Zweifel gestellt ist. — Diese Beobachtungen an *Vaucheria* liessen sich mit Hülfe einiger früher von mir beobachteten Verhältnisse leicht auf die übrigen Conferven übertragen. Dass die Einwirkung der Samenkörper auf eine noch membranlose Masse, welche ich jetzt als nackte Befruchtungskugel bezeichne, stattfindet, hatte die unmittelbare Beobachtung gelehrt. Es frug sich, wo diese Befruchtungskugeln bei den übrigen Conferven zu suchen seien. Offenbar mussten diese Zellen, in welchen jene Befruchtungskugeln gebildet würden, Oeffnungen besitzen, durch welche der Eintritt der Samenkörper und ihr Zutritt zu den Befruchtungskugeln ermöglicht war, wenigstens für alle die Fälle, wo eine innere Befruchtung angenommen werden konnte.

Nun hatte ich schon früher an den angeschwollenen Fruchtzellen der Oedogonien eine seitliche Oeffnung wahrgenommen und beobachtet, dass diese in ähnlicher Weise, wie die Oeffnung der Sporenfrucht von *Vaucheria* durch Hervorbrechen des Inhaltes sich bilde. Ferner hatte ich gesehen, dass nach Bildung dieser Oeffnung der Inhalt sich zu



einer Kugel zusammenballe, welche alle die wesentlichen Eigenschaften besass, welche ich an *Vaucheria* und *Fucus* als den noch unbefruchteten Befruchtungskugeln eigenthümlich erkannt hatte und endlich hatte ich schon damals die Entleerung der oberen Zellen der kleinen von Braun schon früher entdeckten Zwergpflänzchen in der Nähe dieser Oeffnungen beobachtet <sup>1)</sup>. Diese Verhältnisse sprachen unverkennbar dafür, dass hier ein Befruchtungsact ausgeführt würde, zumal ich zugleich durch die Keimung der ruhenden Sporen von *Bulbochaete* den Nachweis liefern konnte, dass jene höchst wahrscheinlich befruchteten Sporen — was man früher nur vermuthete, aber nicht wusste — wirkliche Fortpflanzungsorgane dieser Gewächse seien.

So wie ich hier bei *Oedogonium* Oeffnungen in der Mutterzelle der ruhenden Spore gefunden

---

1) Ich hatte nämlich die Zellen, welche ich später als die wirklichen Samenkörper der Oedogonien erkannte, zwar schon damals aus den oberen Zellen der Männchen bei *Oedogonium* und *Bulbochaete* heraustreten sehen, allein ihre den Schwärm-sporen gleiche und von den mir bekannten Samenkörpern der Vaucherien abweichende Gestalt hielt mich — da ich sie im Augenblicke der Befruchtung noch nicht überrascht hatte — noch immer ab, sie schon mit Entschiedenheit für die eigentlichen Samenkörper auszugeben. Ich hielt es nämlich für möglich, dass sie erst die Mutterzellen der Samenkörper sein möchten, hierzu verleitet durch die Vermuthung einer Analogie zwischen ihnen und den Antheridienzellen der Florideen, bei welchen eine solche Vermuthung auch jetzt noch möglich ist. Dass diese Annahme für diese Zellen der Oedogonien unrichtig ist, lehrte mich erst die späetere Beobachtung des Befruchtungsactes.



hatte, welche die Deutung der ruhenden Sporen als befruchtete Keime so überaus wahrscheinlich machte, so hatte ich auch schon früher bei der physiologisch sicher hierher gehörigen *Achlya prolifera* ebenfalls eine Anzahl Oeffnungen an der Membran der Mutterzelle der ruhenden Sporen aufgefunden<sup>1)</sup>, die von anderen Beobachtern theils übersehen, theils nicht als Oeffnungen erkannt worden waren und auch hier deuteten die neben den Sporen auftretenden, gekrümmten Aeste auf den Ort hin, wo die Samenkörper dieser Pflanze zu suchen sein möchten. So mehrten sich die Fälle, in welchen die ruhenden Sporen der Conferven theils mit Sicherheit, theils mit der grössten Wahrscheinlichkeit als befruchtete Keime angesehen werden mussten; ich konnte ferner schon damals aus der Aehnlichkeit der Keimung zwischen den ruhenden Sporen von *Bulbochaete* und denen von *Chlamidococcus pluvialis* auf die gleiche Bedeutung der ruhenden Sporen der Volvocinen hinweisen. Die angegebenen Verhältnisse, welche ich zum Theil wenigstens, namentlich soweit sie *Oedogonium* und *Bulbochaete* betrafen, auf dem meinen Zeichnungen kurz abgemessenen Raume in meiner angeführten Abhandlung abbildete und die mir bekannte Existenz ruhender Sporen bei noch anderen Conferven-Familien (*Palmelleen*, *Chaetophoreen*, *Coleochaeteen* etc.) musste, da die Analogie zwischen *Vaucheria*, *Oedogonium* und diesen nah verwandten Formen eine

---

1) Die Entwicklungsgeschichte der *Achlya prolifera* Nova Acta A. C. L. N. C. Vol. XXIII. P. I.



unbestreitbare war, mich nothwendig zu dem Schlusse führen für die Conferven überhaupt die ruhenden Sporen als geschlechtlich erzeugte Keime und ihre Mutterzellen als die weiblichen Geschlechtsorgane zu erklären. So gewann ich eine allgemeinere Ansicht von den Formen, unter welchen die Geschlechtsorgane bei den Conferven auftreten, konnte für mehrere die männlichen Geschlechtsapparate bezeichnen und war im Stande jene Vermischungstheorie der Zeugung aufzustellen, die nur das Resultat der directen Beobachtung des Augenblickes, in welchem Samenkörper und Befruchtungskugel zusammentreten, sein konnte.

In einem möglichst kurzem Aufsatze fasste ich die Resultate meiner Untersuchungen zusammen und Herr Prof. Braun hatte die Güte diesen am 5. März 1855 der Königl. Academie zu Berlin vorzulegen.

Ich will diejenigen Ergebnisse meiner damaligen Untersuchungen, auf welche ich einen besondern Werth legen zu dürfen glaube, nochmals kurz hervorheben. Ihre Prüfung durch andere gewissenhafte Beobachter möge zeigen, ob die Schlüsse, die ich aus meinen Untersuchungen zog, richtig und die beschriebenen Erscheinungen wahrheitsgetreu dargestellt sind.

In meinen Untersuchungen lag der erste, directe und unangreifbare Beweis für die Existenz des Geschlechts der Algen, namentlich aber des Geschlechts der Conferven, gegeben durch die unzweideutige Beobachtung des Vorganges selbst, und dieser Beweis gab zugleich den richtigen Ansich-



ten über die physiologische Bedeutung der Samenkörper der höhern Cryptogamen eine gewichtige Stütze.

Sie gaben ferner einen allgemeinen Aufschluss über die Bedeutung der Fructificationen der Conferven, indem ich im Stande war zuerst mit Bestimmtheit auszusprechen,

- 1) dass die Schwärmsporen geschlechtslose,
- 2) die ruhenden Sporen dagegen geschlechtlich erzeugte Keime und ihre Mutterzellen die weiblichen Geschlechtsorgane der Conferven sind.

Endlich aber war durch meine Beobachtung auch für die Lehre von der Zeugung eine bisher bei den Pflanzen wenigstens noch kaum berührte Frage entschieden, denn die materielle Vermischung von Samenkörper und Befruchtungskugel war nachgewiesen und es war zugleich gezeigt worden, dass die Befruchtung auf jener Entwicklungsstufe des weiblichen Geschlechtsproductes (der Befruchtungskugel) stattfinden müsse, auf welcher sie noch von keiner den Uebergang fester Körper in sie hindern- den Membran umgeben ist.

Mein Aufsatz erschien gedruckt im Monatsbericht der Berliner Academie März 1855. Schon in der dritten Woche des März war ich im Stande meine Separatabdrücke an botanische Freunde zu vertheilen. Ungefähr zu derselben Zeit kam in Berlin das Heft der Annales des sciences naturelles an, in welchem Thuret seine schon früher besprochenen Versuche an Fucus nochmals ausführlicher mit-



theilt und durch prächtige Abbildungen erläutert. Dieser zweite Aufsatz Thuret's enthält wesentlich ganz dasselbe, wie die vorgedachte Notiz in den Abhandlungen der Cherbourger naturforschenden Gesellschaft. Die Frage über das Eindringen der Samenkörper in die Befruchtungskugel, welche in dem ersten Aufsatze kaum berührt war, ist hier schärfer betont und verneint. Thuret fand, wie er angiebt, stets die Reste veränderter Samenkörper ausserhalb der Befruchtungskugel liegen. Eine Angabe, die meine positive Behauptung der materiellen Theilnahme der Samenkörper am Befruchtungsact und ihre völlige Vermischung mit der Befruchtungskugel nicht im Mindesten schwächen kann, weil ja die überzähligen Samenkörper, die die Befruchtung nicht ausüben, nothwendig später ausserhalb der Befruchtungskugel gefunden werden müssen. — Einen der ersten Abdrücke hatte ich schon in der letzten Woche des Monats März an Ferdinand Cohn nach Breslau gesandt. Etwa nach 14 Tagen unter dem 8. April erhielt ich von ihm Antwort, worin er freundschaftlichst die Wichtigkeit meiner Entdeckung der Befruchtung hervorhebt, dagegen mit manchen meiner Schlüsse, namentlich mit der Deutung der Männchen bei Oedogonium sich nicht einverstanden erklärt. Zugleich aber zeigt er mir an, was ich hier gern hervorhebe, dass er eine Beobachtung über die Keimung von Sphaeroplea gemacht habe, deren ruhende Sporen er schon damals bei ihrer Entwicklung in 8 Zoosporen sich umbilden sah in ähnlicher Weise,



wie ich die Entstehung von 4 Schwärmsporen aus den ruhenden Sporen von *Bulbochaete* und einer grösseren Anzahl aus denen von *Coleochaete* beschrieben hatte.

Jene Keimlinge von *Sphaeroplea* deren Bildung aus den ruhenden Sporen Cohn eben als er meine Abhandlung empfing beobachtete und die er nun bei sich weiter cultivirte und zu vollständigen *Sphaeroplea*-Pflänzchen erzog, sollten ihm aber auch bald darauf die Gelegenheit geben meine Lehre von dem geschlechtlichen Werthe der ruhenden Sporen, an welcher er noch zweifelte, zu prüfen. Schon nach wenigen Wochen fructificirten nämlich die jungen *Sphaeroplea*-Pflänzchen, die er gezogen hatte, und so konnte mir Cohn schon unter dem 3. Mai, etwa 6 Wochen nachdem ich ihm meine Arbeit über die Befruchtung zugesickt hatte, die briefliche Mittheilung machen, dass es ihm geglückt sei die Samenkörper bei *Sphaeroplea* aufzufinden und ihr Eindringen in die Mutterzelle der ruhenden Sporen zu beobachten. Er setzt hinzu, dass diese Beobachtung ihn zu einem entschiedenen Anhänger der von mir aufgestellten Lehre von dem Geschlechte der Conferven gemacht habe.

So hatte ich die Freude schon einige Wochen nach der Bekanntmachung meiner ersten Untersuchungen die Frucht der Anregung zu ernten, welche ich durch meinen Aufsatz gegeben hatte, indem die Bestätigung meiner Ansichten an einem neuen Beispiele gegeben war, und es war mir um so werthvoller, dass diese Bestätigung von einem Algologen



kam, dessen Untersuchungen sich seit langer Zeit ein verdientes Vertrauen erworben hatten.

Cohn's Aufsatz über die Befruchtung von *Sphaeroplea* wurde schon den 24. Mai von Alex. Braun der Berl. Academie vorgelegt und in deren Monatsheften (Mai 1855) abgedruckt. —

Ueber den wesentlichsten Punkt lässt jedoch die Untersuchung Cohn's über *Sphaeroplea* vollständig im Unklaren, über den eigentlichen Act, der beim Zusammentreten von Samenkörper und Befruchtungskugel stattfindet. Cohn sagt selbst, dass die *Sphaeroplea* zur Untersuchung des eigentlichen Befruchtungsactes weniger geeignet sei; dessen ungeachtet aber glaubt er behaupten zu können, „dass „ein förmliches Eindringen des Samenkörpers in die „Spore gewiss nicht stattfinde,“ vielmehr scheint es ihm „als ob ein Theil seiner Substanz endosmotisch „von der Befruchtungskugel aufgesogen würde.“

Da jedoch die Vermischung des ganzen Samenkörpers mit der Befruchtungskugel beim Fecundationsacte von *Vaucheria* unmittelbar sichtbar ist und es gewiss erlaubt ist, eine sichere positive Beobachtung eines Vorganges auf diejenigen Fälle auszudehnen, in welchen die Beobachtung bisher noch keine Einsicht in den Vorgang zuliess, so kann es wohl keiner Frage unterworfen sein, dass die völlige Vermischung der Samenkörper mit der Befruchtungskugel auch bei *Sphaeroplea* stattfindet und dass Cohn — ganz so wie Thuret bei *Fucus* — nur solche Samenkörper nach der Befruchtung in Berührung mit der Spore gesehen hat, welche die



Befruchtung selbst gar nicht ausgeführt hatten, den Moment der eigentlichen Befruchtung aber gar nicht beobachtet hat.

Wenn dies schon aus meinen ersten Beobachtungen an *Vaucheria* folgt, so ergibt es sich mit noch grösserer Bestimmtheit aus meinen neueren Beobachtungen des Augenblickes der Befruchtung an *Oedogonium*.

Meine Bemühungen, die in meinem ersten Aufsatze gegebene Befruchtungsgeschichte der Oedogonien zu vervollständigen, führten mich erst in diesem Frühjahre dem gewünschten Ziele zu, denn erst im April 1856 gelang es mir, die noch bestehende Lücke durch die unzweifelhafte Beobachtung des Augenblickes der Befruchtung auszufüllen.

Auch diese neueren Beobachtungen an *Oedogonium ciliatum*, zu welchen ich noch einige Mittheilungen über die Geschlechtsverhältnisse von *Coelochaete* hinzufügte, hatte Herr Prof. Braun die Gefälligkeit, am 8. Mai 1856 der Berliner Academie der Wissenschaften vorzulegen, in deren Monatsberichten (Mai 1856) sie von einigen Abbildungen begleitet, veröffentlicht sind.

Diese Beobachtungen ergaben die völlige Bestätigung meiner im vorhergehenden Jahre ausgesprochenen Ansicht über die Geschlechtsorgane und den Geschlechtsact der Oedogonien; sie stellten ferner meine Mischungstheorie der Zeugung ausser allen Zweifel; zeigten zugleich, dass ein einziger Samenkörper zur Ausführung der Befruchtung genügt und wiesen endlich auch unter den Algen für



Coleochaete den bisher nur bei den Moosen bekannten Fall nach, dass das Product der Zeugung nicht ein Embryo, sondern eine zellige Frucht ist. —

So weit reichen bis jetzt die Erfahrungen über das Geschlecht der Algen.

Es wird leicht sein, nachdem einmal der richtige Ausgangspunkt für die Untersuchungen gewonnen ist, die Zahl der Beispiele, bei welchen das Geschlecht durch die directe Beobachtung nachgewiesen ist, zu vermehren. In den letzten Decennien, in welchen wir eine überraschende Anzahl von gründlichen Arbeiten über die Morphologie der Algen erhalten haben, waren die Bemühungen der Algologen vorzugsweise der Erforschung des Baues der Entstehung und der Keimung der beweglichen Sporen zugewandt. Die Kenntniss der Zoosporen ist durch diese Bemühungen auf einen so hohen Grad der Vollständigkeit gebracht worden, dass wir kaum noch wichtigere Aufschlüsse über ihre Entwicklungsweise und ihren morphologischen Werth erwarten können. Dagegen sind die ruhenden Sporen bei Conferven und Fucoideen weniger als billig berücksichtigt worden.

Dass aber die Kenntniss der Entwicklung und Keimung der ruhenden Sporen, welche die Geschlechtsproducte dieser Gewächse sind, den wichtigsten Theil ihrer Bildungsgeschichte ausmacht und dass sie erst die endgültigen Aufschlüsse über die systematische Gruppierung dieser Pflanzen geben kann, wird wol jetzt von Niemand mehr verkannt werden können und ich hoffe, dass es ein Ergeb-



niss meiner Untersuchungen sein wird, dass die Aufmerksamkeit der Beobachter sich in der nächsten Zeit mehr den ruhenden Sporen und ihren Mutterzellen, so wie der Art, wie der Zutritt der Samenkörper zu ihrem Inhalt ermöglicht ist und endlich den Erscheinungen, welche im eigentlichen Momente der Befruchtung eintreten, zuwenden wird.

Am Schlusse dieser geschichtlichen Auseinandersetzung will ich noch kurz die Frage berühren, wie weit es möglich ist die an Algen über den Vorgang der Zeugung erhaltenen Resultate auch auf die übrigen Pflanzen zu übertragen.

Unbedenklich scheint dies für alle die Fälle erlaubt, in welchen die Existenz beweglicher Samenkörper und den Befruchtungskugeln analoger Gebilde entweder schon gekannt ist, oder doch wie bei fast allen Cryptogamen Linné's — welche diesen Namen jetzt mit weniger Recht, als seine Phanerogamen verdienen — vorausgesetzt werden darf.

Für die Phanerogamen könnte es freilich Manchem trotz des augenscheinlichen Fingerzeiges, den die Rhizocarpeen abgeben, noch fraglich erscheinen ob das Vorhandensein von Samenkörpern bei ihnen anzunehmen sei oder nicht. Wenn es aber überhaupt gestattet ist einen genau erkannten Vorgang auf analoge Erscheinungen verwandter Formen auszudehnen — und unbedingt ist diese in jeder Naturwissenschaft die Grundlage allgemeinerer Schlussfolgerungen bildende Voraussetzung auch in der Physiologie gültig — so muss unter der Voraus-



setzung der Richtigkeit der von mir an *Vaucheria* und *Oedogonium* beschriebenen Befruchtungerscheinungen so viel wenigstens von Jedem zugegeben werden, dass bei der Zeugung die Vermischung zweier different gestalteter und in verschiedenen Zellen gebildeter Inhaltsportionen und die Vereinigung beider zu einer einzigen Zelle, der ersten Zelle des neuen Organismus stattfindet.

Dies weist aber auf eine noch bestehende Lücke in den Beobachtungen über die Embryogenese der Phanerogamen hin.

Ist das Keimbläschen diese erste aus der Zeugung hervorgegangene Zelle des neuen Organismus oder wird diese erste Zelle erst innerhalb der Keimbläschen erzeugt? In den vorhandenen Erfahrungen liegt aus Mangel jeder directen Beobachtung des eigentlichen Zeugungsactes keine bestimmte Antwort auf diese Frage.

Ist es ferner denkbar, dass die physiologische Function, welche bei allen übrigen Organismen an bestimmt gestaltete Samenkörper gebunden ist, bei den Phanerogamen allein von einer durch die Membran des Pollenschlauches durchschwitzbaren Flüssigkeit ausgeübt werde? Dies kann wohl behauptet aber nicht überzeugend nachgewiesen werden, und es scheint mir vielmehr vollständig erlaubt, hinter dieser scheinbaren Anomalie noch eine Lücke unserer Kenntniss zu vermuthen.

Hofmeister hat (*Bonplandia* 1856 Nr. 12) diese von mir schon früher geäusserten Bedenken und Vermuthungen kurz zurückweisen zu können



geglaubt. Meinen Beobachtungen misstrauend, glaubt er, indem er sich auf Cohn und Thuret beruft, dass durch das Zeugniß zuverlässiger Beobachter festgestellt sei, dass die Samenkörper bloss an die Befruchtungskugel herantreten ohne in sie einzudringen und geht soweit die materielle Vermischung der Samenkörper mit der Befruchtungskugel als einen zufälligen Vorgang „analog dem Einschluss „fremder Körper „durch die Ueberwallungsschichten eines in der Dicke wachsenden Baumstammes“ zu betrachten.

Meines Wissens ist es Sitte in der Wissenschaft eine vollständige Beobachtung zur Grundlage zu nehmen und danach die unvollständigeren Beobachtungen ähnlicher Vorgänge zu beurtheilen, nicht aber — wie es hier Hofmeister thut — die lückenlose Beobachtung der Zeugung der Algen durch eine erzwungene Deutung den noch unvollständigen Erfahrungen über die Zeugung der Phanerogamen anpassen zu wollen.

Der Einschluss der ganzen Samenkörpermasse in die Befruchtungskugel ist nicht nur eine unzweifelhafte, sondern auch eine constante Thatsache, deren Werth weder durch negative Beobachtungen verringert, noch durch unnatürliche Auslegungen wegdisputirt werden kann, und meine genauere Beobachtung, wie die Vermischung bei Oedogonium stattfindet, schliesst jeden Gedanken an eine „Zufälligkeit“ des Einschlusses der Samenkörpermasse aus. Dies beweisen überdies ferner noch diejenigen Fälle, in welchen durch eine



vorzeitige Bildung einer festeren Zellwand am Umfange der Befruchtungskugel bloss ein Anlegen des Samenkörpers stattfindet, indem die Vermischung durch die feste Zellwand gehindert ist; denn aus solchen Befruchtungskugeln entsteht niemals eine entwicklungsfähige Spore.

So lange nun die Kenntniss der Embryogenie der Phanerogamen mit diesen unmittelbaren Erfahrungen über die Zeugung der Algen nicht in Einklang steht, so lange muss man eine Lücke in der Bildungsgeschichte des Phanerogamenembryo voraussetzen, welche man vorläufig nur nach Analogie der Vorgänge, die bei der Zeugung der Algen stattfinden, ausfüllen kann. Denn so lange nicht in der überzeugendsten Weise nachgewiesen ist, dass die unmittelbaren Vorgänge, welche die Zeugung der Gewächse begleiten, in den verschiedenen Abtheilungen verschieden sind, so lange sind wir vollkommen berechtigt anzunehmen, dass die wesentlichen Umstände, welche bei der Zeugung eintreten, sich überall in gleicher Weise gestalten.

Was aber die Richtigkeit der von mir behaupteten Thatsache betrifft, so ist Hofmeister vollständig im Irrthum, wenn er die Behauptungen von Thuret und Cohn, welche die Befruchtung in den Contact oder die endosmotische Ausschwitzung der Samenkörper setzen und die Betheiligung der ganzen Samenkörpermasse an der Befruchtung läugnen für richtiger hält als meine Beobachtung der Vermischung der ganzen Samen-



körpermasse mit der Befruchtungskugel im Acte der Zeugung.

Wer hier richtig und wer unrichtig gesehen und geschlossen hat, Thuret und Cohn auf der einen Seite oder ich auf der anderen, hierüber mögen Diejenigen entscheiden, welche meine Untersuchungen nachmachen werden; ich aber glaube der Entscheidung ruhig entgegensehen zu können.

---

Gedruckt bei Julius Stiedel in Leipzig.



Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.







In demselben Verlage erschien früher:

**Dr. N. Pringsheim:**

Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle.

Erste Abtheilung: Grundlinien einer Theorie der Pflanzenzelle.

gr. 4. Mit 4 colorirten Tafeln. brosch. 2 Thlr.

---

Ueber die

Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungsactes.

Mit einer colorirten Tafel. 8. brosch. 18 Sgr.

*Buek, H. W.*, Genera, species et synonyma Candollea  
alphabetico ordine disposita, seu index generalis et specialis  
A. P. de Candolle prodromum systematis naturalis regni ve-  
tabilis. Pars I. et II. 8. maj. 4 Thlr. 20 S.

*Caspari, R.*, Ueber zwei- und dreierlei Früchte einiger Schi-  
melpilze (Hyphomiceten). Mit einer colorirten Tafel. 12 S.

*Schultz-Schultzenstein*, Natürliches System des Pflanzenreichs  
nach seiner innern Organisation nebst einer vergleichenden Dar-  
stellung der wichtigsten aller früheren künstlichen und nat-  
ürlichen Pflanzensysteme. gr. 8. Mit einer Kupfertafel.  
2 Thlr. 25 S.

— — Sur la circulation et sur les vaisseaux laticifères dans  
les plantes. Mémoire, qui a remporté le grand prix de phy-  
sique proposé par l'Académie royale des sciences de Paris pour  
l'année 1833. 4. Avec 23 planches. 3 Thlr. 10 S.

— — Die Anaphytose oder Verjüngung der Pflanzen. Ein  
Schlüssel zur Erklärung des Wachsens, Blühens und Frucht-  
tragens, mit praktischen Rücksichten auf die Kultur der Pfla-  
zen. gr. 8. 1 Thlr. 7½ S.

— — Die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung. Mit  
Aussicht zu einer Agriculturphysiologie. gr. 8. 20 S.

— — Neues System der Morphologie der Pflanzen nach den  
organischen Bildungsgesetzen, als Grundlage eines wissenschaft-  
lichen Studiums der Botanik, besonders auf Universitäten und  
Schulen. 8. Mit 1 Tafel. 1 Thlr.

— — Die Verjüngung im Pflanzenreich. Neue Aufklärung  
und Beobachtungen. gr. 8. Mit 1 Taf. 18 S.

---



Pringsheim, N.

Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algengeschlecht

Berlin 1856

Phyt. 534 n

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10302787-9